

Universitat de Lleida
Escola Politècnica Superior
Enginyeria Tècnica Industrial, especialitat en Mecànica

Projecte de final de carrera
(Volumen 1: Índex General, Memòria descriptiva i Anejos)

Diseño de un robot móvil para aplicaciones docentes

Autora: Davinia Font Calafell
Director: Jordi Palacín Roca
Junio 2008



ÍNDICE GENERAL

1. MEMORIA DESCRIPTIVA	1
1.1. INTRODUCCIÓN	4
1.2. OBJETIVOS	4
1.3. JUSTIFICACIÓN	4
1.4. ANTECEDENTES	5
1.4.1. ANTECEDENTES INTERNOS	5
1.4.1.1. EXPERIENCIA 97/98	5
1.4.1.2. EXPERIENCIA 98/99	6
1.4.1.3. EXPERIENCIA 99/00	7
1.4.1.4. EXPERIENCIA 00/01	7
1.4.2. ANTECEDENTES EXTERNOS	8
1.5. NORMAS Y REFERENCIAS	9
1.5.1. NORMATIVA APLICADA	10
1.5.1.1. NORMATIVA APLICADA DURANTE LA FASE DE DISEÑO	10
1.5.1.2. NORMATIVA APLICADA DURANTE LA FASE DE REDACCIÓN DEL PROYECTO	10
1.5.1.3. NORMATIVA APLICADA DURANTE LA REALIZACIÓN DE LOS PLANOS	10
1.5.2. BIBLIOGRAFIA	11
1.6. REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO	12
1.6.1. REQUERIMIENTOS TÉCNICOS Y DE DISEÑO	12
1.6.2. REQUERIMIENTOS DE FUNCIONALIDAD	12
1.6.3. REQUERIMIENTOS DE DISEÑO MECÁNICO	14
1.6.4. REQUERIMIENTOS DE FABRICACIÓN	15
1.6.5. REQUERIMIENTOS DE TIEMPO Y TÉRMINOS DE ENTREGA	15
1.7. ESTUDIO Y JUSTIFICACIÓN DE LAS DISTINTAS ALTERNATIVAS DE DISEÑO	15
1.7.1. ESTRUCTURA INFERIOR	16
1.7.1.1. ALTERNATIVA 1	16
1.7.1.2. ALTERNATIVA 2	18
1.7.1.3. JUSTIFICACIÓN	19
1.7.1.4. IMPLEMENTACIÓN FINAL	20
1.7.2. RUEDAS MOTRICES Y DE SOPORTE	20
1.7.2.1. ALTERNATIVA 1	21
1.7.2.2. ALTERNATIVA 2	22
1.7.2.3. JUSTIFICACIÓN	22
1.7.2.4. ELEMENTOS ENVOLVENTES DE LAS RUEDAS (CORREAS)	22
1.7.2.5. IMPLEMENTACIÓN FINAL	23
1.7.3. PIEZA DE SOPORTE DEL MOTOR	27
1.7.3.1. IMPLEMENTACIÓN FINAL	27
1.7.4. ESTRUCTURA ASA	28



1.7.4.1. ALTERNATIVA 1	29
1.7.4.2. ALTERNATIVA 2	29
1.7.4.3. ALTERNATIVA 3	30
1.7.4.4. ALTERNATIVA 4	30
1.7.4.5. JUSTIFICACIÓN	31
1.7.4.6. IMPLEMENTACIÓN FINAL	31
1.7.5. ESTRUCTURA EXTERIOR	32
1.7.5.1. ALTERNATIVA 1	32
1.7.5.2. ALTERNATIVA 2	33
1.7.5.3. ALTERNATIVA 3	34
1.7.5.4. JUSTIFICACIÓN	34
1.7.5.5. IMPLEMENTACIÓN FINAL	36
1.7.6. TAPA	36
1.7.6.1. IMPLEMENTACIÓN FINAL	37
1.7.7. SOPORTE PARA LA WEBCAM	37
1.7.7.1. IMPLEMENTACIÓN FINAL	38
1.7.8. PIEZAS DE UNIÓN	39
1.7.8.1. DISTINTAS ALTERNATIVAS	40
1.7.8.2. JUSTIFICACIÓN	41
1.7.8.3. IMPLEMENTACIÓN FINAL	41
1.8. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN	42
1.8.1. CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA INFERIOR Y LA ESTRUCTURA DEL ASA	42
1.8.2. CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA EXTERIOR Y LA TAPA	47
1.8.3. CONSTRUCCIÓN DE LAS RUEDAS MOTRICES	50
1.8.4. CONSTRUCCIÓN DEL SOPORTE DE LA WEBCAM	51
1.8.5. CONSTRUCCIÓN DE LAS PIEZAS DE UNIÓN	52
1.9. RELACIONES ÁUREAS	53
1.10. PUESTA EN ESCENA	56
1.11. CONCLUSIONES	58
2. ANEJOS	1
2.1. POSICIONAMIENTO DE LAS PIEZAS EN LOS MATERIALES DE PARTIDA	3
2.2. OPERACIONES	10
2.2.1. INTRODUCCIÓN	10
2.2.2. PUNZONADO	10
2.2.3. PLEGADO	11
2.2.3.1. PRIMER EJEMPLO	12
2.2.3.2. SEGUNDO EJEMPLO	16
2.2.4. TALADRADO	19
2.3. UBICACIÓN DE LA PLACA ELECTRÓNICA	21
2.4. ESTUDIOS REALIZADOS MEDIANTE MAQUETAS	24
2.5. LISTADO DE LA MÁQUINARIA UTILIZADA PARA LA FABRICACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL ROBOT	27



3. PLANOS	1
PLANO DE CONJUNTO	P0.1
PLANO DE CONJUNTO (VISTAS CORTADAS)	P0.2
PLANO DE LA ESTRUCTURA INFERIOR	P0.3
PLANO DE LA ESTRUCTURA EXTERIOR	P0.4
PLANO DE LA TAPA	P0.5
PIEZA DE UNIÓN EN FORMA DE T	P1
PIEZA DE UNIÓN DE FORMA CUADRADA	P2
PIEZA DE UNIÓN EN FORMA DE L (ancho=20mm)	P3
PIEZA DE UNIÓN EN FORMA DE L (ancho=13mm)	P4
PLANO DE DESARROLLO DE LA PIEZA DE LA PARTE DE ATRÁS DE LA ESTRUCTURA EXTERIOR	P5.1
PIEZA DE LA PARTE DE ATRÁS DE LA ESTRUCTURA EXTERIOR	P5.2
PLANO DE DESARROLLO DE LA PIEZA DE LA PARTE DE DELANTE DE LA ESTRUCTURA EXTERIOR	P6.1
PIEZA DE LA PARTE DE DELANTE DE LA ESTRUCTURA EXTERIOR	P6.2
PLANO DE DESARROLLO DE LA PIEZA LATERAL EN POSICIÓN HORIZONTAL DE LA ESTRUCTURA EXTERIOR	P7.1
PIEZA LATERAL EN POSICIÓN HORIZONTAL DE LA ESTRUCTURA EXTERIOR	P7.2
PLANO DE DESARROLLO DE LA PIEZA LATERAL EN POSICIÓN VERTICAL DE LA ESTRUCTURA EXTERIOR	P8.1
PLANO DE LA PIEZA LATERAL EN POSICIÓN VERTICAL DE LA ESTRUCTURA EXTERIOR	P8.2
PLANO DE DESARROLLO DE LA PIEZA DEL SOPORTE DEL MOTOR	P9.1
PIEZA DEL SOPORTE DEL MOTOR	P9.2
PLANO DE DESARROLLO DE LA PIEZA DEL SOPORTE DE LA WEBCAM	P10.1
PIEZA DE SOPORTE DE LA WEBCAM	P10.2
PIEZA QUE DA CONSISTENCIA A LA TAPA	P11
PIEZA QUE FACILITA LA ELEVACIÓN DE LA PARTE DE DELANTE DEL ORDENADOR PORTÁTIL	P12
PIEZA DE SOPORTE DE LA RUEDA GIRATORIA	P13
PIEZA DE SOPORTE DEL MOTOR	P14
PIEZA EN POSICIÓN VERTICAL QUE FORMA LA ESTRUCTURA DEL ASA	P15
PIEZA EN POSICIÓN HORIZONTAL QUE FORMA LA ESTRUCTURA DEL ASA	P16
PIEZA DE LA PARTE DE DELANTE DEL ROBOT	P17
PIEZA CUADRADA QUE SIRVE DE UNIÓN ENTRE DISTINTAS PIEZAS	P18
PIEZA DE CHAPA DE PVC DE LA PARTE DE DELANTE DE LA ESTRUCTURA EXTERIOR	P19
PIEZA DE CHAPA DE PVC DE LA PARTE DE ATRÁS DE LA	P20



ESTRUCTURA EXTERIOR	
PIEZA DE CHAPA DE PVC PARA LA TAPA	P21
PIEZA DE CHAPA DE PVC DE LA PARTE LATERAL DERECHA DE LA ESTRUCTURA EXTERIOR	P22
PIEZA DE CHAPA DE PVC DE LA PARTE LATERAL IZQUIERDA DE LA ESTRUCTURA EXTERIOR	P23
PLANO DE LA RUEDA MOTRIZ	P27
4. PLIEGO DE CONDICIONES	1
4.1. OBJETIVO DEL PLIEGO DE CONDICIONES	3
4.2. MATERIALES ESTRUCTURALES	3
4.2.1. ALUMINIO	3
4.2.2. PVC	3
4.2.3. MATERIAL ANTIVIBRATORIO	4
4.3. COMPONENTES DE COMPRA	4
4.3.1. REMACHES	4
4.3.2. TORNILLERÍA	5
4.3.3. HOJA DE CARACTERÍSTICAS DE LOS DISTINTOS ELEMENTOS COMPRADOS	5
5. PRESUPUESTO	1
5.1. INTRODUCCIÓN	3
5.2. PRESUPUESTO GENERAL DE MATERIALES Y COMPONENTES	3
5.2.1. MATERIALES ESTRUCTURALES	3
5.2.2. COMPONENTES COMPRADOS	8
5.2.3. RESUMEN PRESUPUESTO GENERAL DE MATERIALES	10
5.3. PRESUPUESTO GENERAL DE LA ETAPA DE DISEÑO	10
5.4. PRESUPUESTO GENERAL DE LA ETAPA DE FABRICACIÓN, CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE	11
5.5. PRESUPUESTO GENERAL DE DOCUMENTACIÓN Y REDACCIÓN DEL PROYECTO	12
5.6. RESUMEN DEL PRESUPUESTO	13



DISEÑO DE UN ROBOT MÓVIL PARA
APLICACIONES DOCENTES
Davinia Font Calafell



Memoria descriptiva

Página 1 de 58

1. MEMORIA DESCRIPTIVA



ÍNDICE MEMORIA DESCRIPTIVA

1. MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1. INTRODUCCIÓN	4
1.2. OBJETIVOS	4
1.3. JUSTIFICACIÓN	4
1.4. ANTECEDENTES	5
1.4.1. ANTECEDENTES INTERNOS	5
1.4.1.1. EXPERIENCIA 97/98	5
1.4.1.2. EXPERIENCIA 98/99	6
1.4.1.3. EXPERIENCIA 99/00	7
1.4.1.4. EXPERIENCIA 00/01	7
1.4.2. ANTECEDENTES EXTERNOS	8
1.5. NORMAS Y REFERENCIAS	9
1.5.1. NORMATIVA APLICADA	10
1.5.1.1. NORMATIVA APLICADA DURANTE LA FASE DE DISEÑO	10
1.5.1.2. NORMATIVA APLICADA DURANTE LA FASE DE REDACCIÓN DEL PROYECTO	10
1.5.1.3. NORMATIVA APLICADA DURANTE LA REALIZACIÓN DE LOS PLANOS	10
1.5.2. BIBLIOGRAFIA	11
1.6. REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO	12
1.6.1. REQUERIMIENTOS TÉCNICOS Y DE DISEÑO	12
1.6.2. REQUERIMIENTOS DE FUNCIONALIDAD	12
1.6.3. REQUERIMIENTOS DE DISEÑO MECÁNICO	14
1.6.4. REQUERIMIENTOS DE FABRICACIÓN	15
1.6.5. REQUERIMIENTOS DE TIEMPO Y TÉRMINOS DE ENTREGA	15
1.7. ESTUDIO Y JUSTIFICACIÓN DE LAS DISTINTAS ALTERNATIVAS DE DISEÑO	15
1.7.1. ESTRUCTURA INFERIOR	16
1.7.1.1. ALTERNATIVA 1	16
1.7.1.2. ALTERNATIVA 2	18
1.7.1.3. JUSTIFICACIÓN	19
1.7.1.4. IMPLEMENTACIÓN FINAL	20
1.7.2. RUEDAS MOTRICES Y DE SOPORTE	20
1.7.2.1. ALTERNATIVA 1	21
1.7.2.2. ALTERNATIVA 2	22
1.7.2.3. JUSTIFICACIÓN	22
1.7.2.4. ELEMENTOS ENVOLVENTES DE LAS RUEDAS (CORREAS)	22
1.7.2.5. IMPLEMENTACIÓN FINAL	23
1.7.3. PIEZA DE SOPORTE DEL MOTOR	27
1.7.3.1. IMPLEMENTACIÓN FINAL	27



1.7.4. ESTRUCTURA ASA	28
1.7.4.1. ALTERNATIVA 1	29
1.7.4.2. ALTERNATIVA 2	29
1.7.4.3. ALTERNATIVA 3	30
1.7.4.4. ALTERNATIVA 4	30
1.7.4.5. JUSTIFICACIÓN	31
1.7.4.6. IMPLEMENTACIÓN FINAL	31
1.7.5. ESTRUCTURA EXTERIOR	32
1.7.5.1. ALTERNATIVA 1	32
1.7.5.2. ALTERNATIVA 2	33
1.7.5.3. ALTERNATIVA 3	34
1.7.5.4. JUSTIFICACIÓN	34
1.7.5.5. IMPLEMENTACIÓN FINAL	36
1.7.6. TAPA	36
1.7.6.1. IMPLEMENTACIÓN FINAL	37
1.7.7. SOPORTE PARA LA WEBCAM	37
1.7.7.1. IMPLEMENTACIÓN FINAL	38
1.7.8. PIEZAS DE UNIÓN	39
1.7.8.1. DISTINTAS ALTERNATIVAS	40
1.7.8.2. JUSTIFICACIÓN	41
1.7.8.3. IMPLEMENTACIÓN FINAL	41
1.8. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN	42
1.8.1. CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA INFERIOR Y LA ESTRUCTURA DEL ASA	42
1.8.2. CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA EXTERIOR Y LA TAPA	47
1.8.3. CONSTRUCCIÓN DE LAS RUEDAS MOTRICES	50
1.8.4. CONSTRUCCIÓN DEL SOPORTE DE LA WEBCAM	51
1.8.5. CONSTRUCCIÓN DE LAS PIEZAS DE UNIÓN	52
1.9. RELACIONES ÁUREAS	53
1.10. PUESTA EN ESCENA	56
1.11. CONCLUSIONES	58



1.1. INTRODUCCIÓN

Este proyecto de final de carrera está clasificado dentro de la intensificación de control y regulación de procesos y más concretamente, es un trabajo de robótica desarrollado en el Grupo de Robótica de la Universidad de Lleida, donde se dispone una amplia experiencia en el desarrollo y obtención de distintos robots mediante trabajos mecánicos, electrónicos e informáticos.

1.2. OBJETIVOS

Los objetivos del presente proyecto son:

- Diseñar, fabricar y construir un robot móvil para fines educativos que deberá incorporar distintos sensores y actuadores para facilitar su utilización docente y la interacción con el entorno.
- Crear un diseño con unas relaciones geométricas basadas en el número áureo.

Esta previsto fabricar seis de estos robots por lo que se tiene que pensar en una producción y fabricación en serie y tener en consideración, sobretodo en la fase de diseño, el número de piezas a fabricar, el número de piezas distintas a fabricar, hacer un montaje simple... para minimizar los costes. Además de que la estructura sea resistente, rígida, ligera y funcional.

1.3. JUSTIFICACIÓN

Los principales motivos que me han llevado a la realización de este proyecto son:

- Diseñar, fabricar y construir un robot con fines educativos que cumpla unas dimensiones geométricas relacionadas con el número áureo o más conocido como número de oro.
- Realizar todas las fases del proyecto, es decir, empezar en la fase de diseño y acabar en la fase de montaje, para poder ver el fruto del proyecto elaborado.
- Este proyecto implica un trabajo en equipo y además, como se lleva a cabo en el departamento de robótica de la UDL, éste tiene una metodología de trabajo concreta, donde se tiene que cumplir unos horarios y se dispone de un lugar de trabajo fijo.
- Adquirir y profundizar en conocimientos del ámbito de la robótica, que engloba materias como la mecánica, electrónica y la informática.



1.4. ANTECEDENTES

En este apartado se hará referencia a los antecedentes tanto internos como externos que preceden a la construcción del presente robot. Se tiene que decir que como antecedentes externos no se ha encontrado mucha documentación al respecto.

1.4.1. ANTECEDENTES INTERNOS

En el laboratorio de Robótica de la Universidad de Lleida ya se han realizado robots similares al que se presenta en el presente proyecto. De todos ellos se destacan como antecedentes internos los cuatro robots con los que se hicieron demostraciones públicas desde los años 97/98 hasta 00/01.

1.4.1.1. EXPERIENCIA 97/98

El primer prototipo diseñado era un pequeño robot que se desplazaba mediante una rueda situada en cada lado. Tenía como objetivo principal realizar una trayectoria siguiendo una línea que daba lugar a formas extrañas. En la figura 1 se pueden apreciar dos de los ocho robots que compitieron, el primero bajo el nombre 010 y el segundo llamado ALTRES LIMITS. En la figura 2 se puede observar el circuito que los robots tenían que realizar.

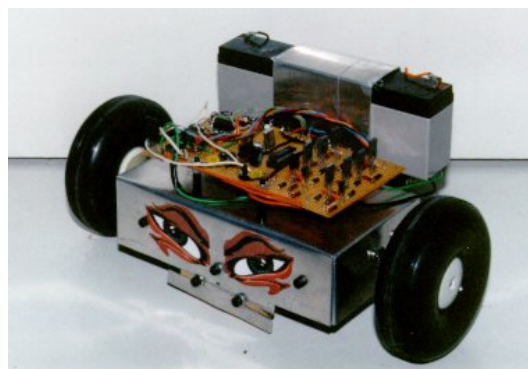


Figura 1. A la figura de la derecha se puede ver el robot llamado ALTRES LIMITS y en la izquierda el robot bajo el nombre 010



Figura 2. Circuito a realizar por los robots

Para más información consultar la Web: <http://robotica.udl.es/eup/robot97/robot97.htm>

1.4.1.2. EXPERIENCIA 98/99

El segundo prototipo se fabricó con el objetivo de que cada uno de los ocho robots que compitieron fueran capaces de detectar una pelota y arrastrarla mediante el dispositivo que tenían en la parte de delante, como una especie de pala, hasta el lugar indicado. En la figura 3 hay una fotografía del robot ganador, Chewbacca.

Como demostración se hicieron una serie de partidos de fútbol donde el objetivo de los robots era hacer gol en el campo contrario, el que hiciera más goles sería el ganador. En la figura 4 se aprecia el momento inicial del primer partido que se llevó a cabo con los robots.

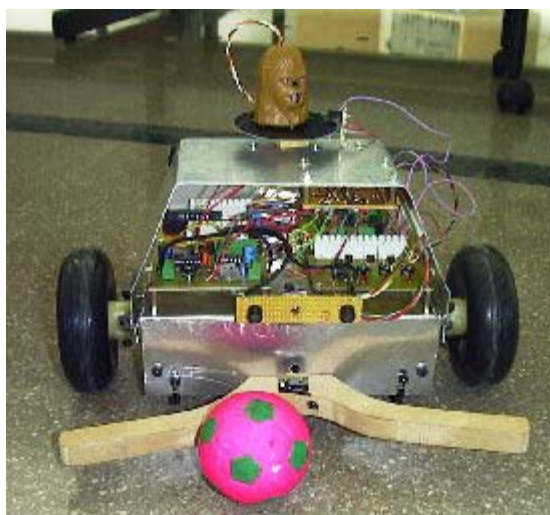


Figura 3. Chewbacca

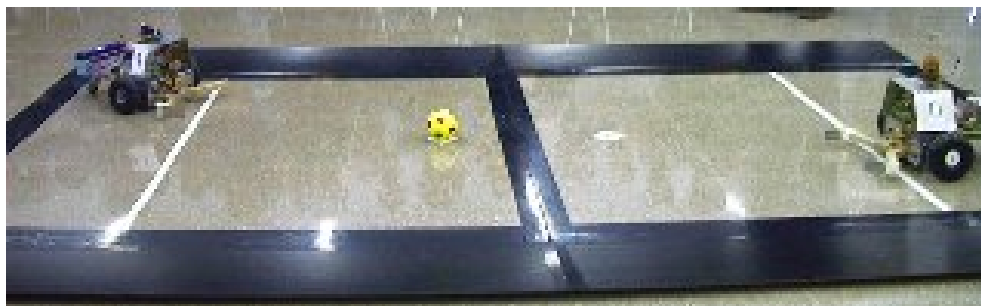


Figura 4. Campo donde los robots demostraban sus habilidades

Para más información consultar la Web: <http://robotica.udl.es/eup/robot98/robot98.htm>



1.4.1.3. EXPERIENCIA 99/00

El tercer prototipo consiste en el diseño y construcción de ocho pequeños robots móviles con la finalidad de realizar una aplicación denominada, en este caso, ROBSURT y que consiste en que el robot debe atravesar un laberinto en el mínimo tiempo posible. Un ejemplo de estos robots lo tenéis en la figura 5 y el laberinto del que se ha hablado también se muestra en la figura 6.



Figura 5. Uno de los ocho robots llamado Laberynt



Figura 6. Laberinto de donde los robots tenían que encontrar la salida

Para más información consultar la Web: <http://robotica.udl.es/eup/robot99/robot99.htm>

1.4.1.4. EXPERIENCIA 00/01

La última demostración que se llevo a cabo en el Grupo de Robótica fue mediante ocho robots diseñados y contruidos para realizar una aplicación denominada



Rob and Roll y que consiste en una competición de velocidad en un circuito cerrado que debe recorrerse en el mínimo tiempo posible. En la figura 7 se puede ver el prototipo de uno de los robots de la competición, y en la figura 8 se aprecia el circuito que tienen que llevar a cabo.

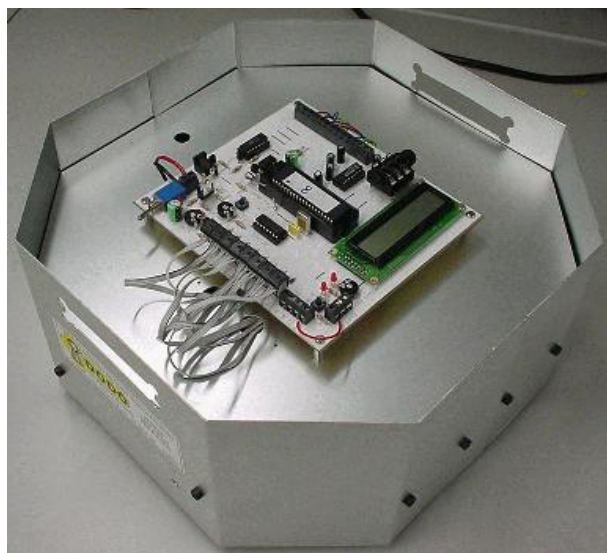


Figura 7. Prototipo de uno de los ocho robots



Figura 8. Circuito a realizar por los robots

Para más información consultar la Web:
<http://robotica.udl.es/eup/robot00/robot2000.htm>

1.4.2. ANTECEDENTES EXTERNOS

Como antecedentes externos el único robot que se ha encontrado que tenga similitudes con el de este proyecto es el rastreador de líneas, el cual es una aplicación del BASIC Stamp y utiliza como lenguaje de programación el PBASIC. Ha de ser capaz



de seguir una línea de color blanco sobre un fondo negro sin cometer errores y yendo lo más rápido posible. En las fotografías 9 y 10 se puede observar el robot en cuestión y un posible circuito a realizar.

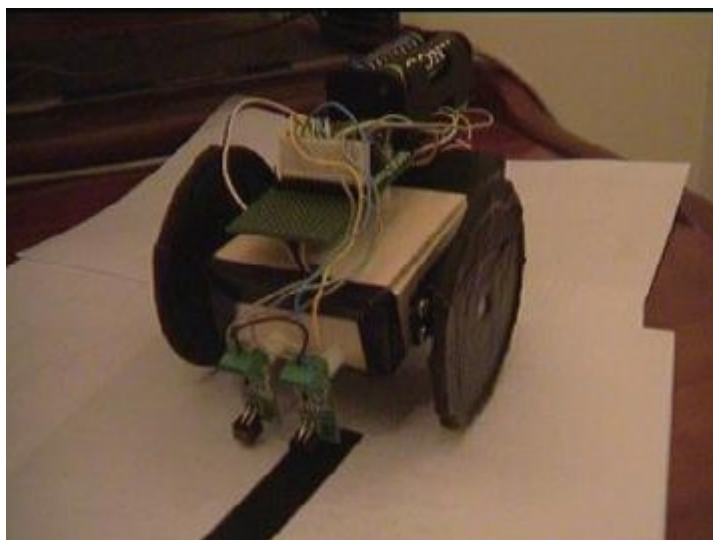


Figura 9. Foto que muestra el rastreador de líneas

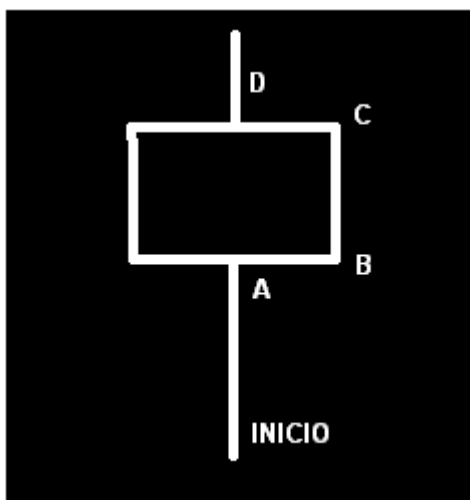


Figura 10. Posible circuito a realizar

1.5. NORMAS Y REFERENCIAS

En este apartado se tendrá en cuenta todas aquellas normas que se han aplicado a lo largo de la realización del proyecto como los recursos que se han utilizado para su ejecución y además se especificará las referencias de recursos escritos y páginas Web necesarias para la materialización del proyecto.

Se dividirá en dos subapartados distintos: normativa aplicada y bibliografía.



1.5.1. NORMATIVA APLICADA

Este apartado se centrará únicamente a hacer un listado de la normativa a aplicar en las distintas fases del proyecto. Los distintos subapartados son los correspondientes a la fase de diseño, a la fase de redacción del proyecto y a la fase de elaboración de planos.

No se entrará en la normativa que debe cumplir un taller de fabricación, o la normativa de seguridad que deben cumplir las máquinas utilizadas... ya que se supone que una vez se ha realizado el diseño del robot se encargará la faena de fabricación a un taller que será el responsable de aplicar la normativa correspondiente en su local.

1.5.1.1. NORMATIVA APLICADA DURANTE LA FASE DE DISEÑO

Durante la fase de diseño se ha tenido que aplicar las siguientes normas:

- Directiva de máquinas 89/392/CE (normes de seguridad)
- Directiva CEM 89/336/CE
- Normativa Europea 8/8/378/CEE – Seguridad en los juguetes y similares.
- Norma EN 292-1 Seguridad en las máquinas. Conceptos básicos, principios generales para el diseño. Parte 1: Terminología básica, metodología.
- Norma EN 292-2 Seguridad en las máquinas. Conceptos básicos, principios generales para el diseño. Parte 2: Principios y especificaciones básicas.

A parte de cumplir con todas las normativas aquí especificadas, a la hora de diseñar cada pieza también se ha tenido en cuenta la maquinaria con la que posteriormente éstas se fabricarían (en el documento anejo hay un apartado donde se especifica las máquinas que se han utilizado).

1.5.1.2. NORMATIVA APLICADA DURANTE LA FASE DE REDACCIÓN DEL PROYECTO

La norma que básicamente se ha utilizado para la estructuración y redacción del proyecto ha sido la norma UNE 157001 Criterios generales para la elaboración de Proyectos.

1.5.1.3. NORMATIVA APLICADA DURANTE LA REALIZACIÓN DE LOS PLANOS

Para la elaboración de los planos se ha tenido en cuenta las siguientes normas UNE:

- UNE 1039:1994 Dibujos técnicos. Acotación. Principios generales, definiciones, métodos de ejecución e indicaciones especiales.
- UNE 1034-75 Normalización de cajetines
- UNE 1-035-83 Normalización de cajetines



- UNE 1032:1982 Dibujos técnicos. Principios generales de representación
- UNE-EN ISO 5261:2000 Dibujos técnicos. Representación simplificada de barras y perfiles.
- UNE-EN ISO 1660:1996 Dibujos técnicos. Acotación y tolerancias de perfiles.
- UNE-EN ISO 128-21:2002 Dibujos técnicos. Principios generales de presentación. Parte 21: Preparación de líneas mediante sistemas de DAO (diseño asistido por ordenador).
- UNE 1128:1995 Dibujos técnicos. Tolerancias geométricas. Referencias y sistemas de referencia para tolerancias geométricas.
- UNE 1149:1990 Dibujos técnicos. Principio de tolerancias fundamentales
- UNE 41605:1997 IN Recomendaciones para la representación de los tolerancias de construcción en los planos.
- UNE 1027:1995 Dibujos técnicos. Plegado de planos.

1.5.2. BIBLIOGRAFIA

En este apartado se contemplará el conjunto de recursos informáticos, libros y páginas Web utilizadas para el desarrollo del proyecto.

- Recursos informáticos:

Las herramientas informáticas que se han utilizado han sido:

- Pro/ENGINEER Wildfire 2.0
- Autocad 2008
- Microsoft Word

- Recursos escritos:

Los recursos escritos utilizados son apuntes facilitados por los profesores de asignaturas de la Universidad de Lleida.

- JOAN ROCA Y MIQUEL NOGUÉS. 2008. *Apuntes de tecnología mecánica*. EUP. Lleida
- JOSEP REIG. 2008. *Apuntes de diseño de máquinas*. EUP. Lleida.
- RAMÓN GRAU. 2008. *Apuntes de oficina técnica*. EUP. Lleida
- Manual de Pro-engineer.



- Recursos Web:

Las páginas que consultadas para llevar a cabo el presente proyecto han sido:

<http://robotica.udl.es>
<http://www.todomicrostamp.com/iker4.php>
[http:// es.wikipedia.org](http://es.wikipedia.org)
<http://www.ramonsoler.com>
<http://www.giner.com>
<http://www.ruedasarsa.com>
<http://www.albertsoler.com>
<http://www.mectrol.es/>
<http://www.forbo-siegling.es/>

1.6. REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO

Para llevar a cabo este proyecto se ha tenido en cuenta una serie de requerimientos establecidos previamente a la realización de la fase de diseño, los cuales han restringido parámetros (dimensiones, situación de la webcam...) y características con las que debe cumplir la estructura del robot.

A continuación se muestran los distintos tipos de requerimientos que se han seguido durante las distintas fases que componen el proyecto.

1.6.1. REQUERIMIENTOS TÉCNICOS Y DE DISEÑO

Referente a los aspectos técnicos y de diseño el objetivo principal es elaborar un diseño mecánico simple, eficaz y funcional.

1.6.2. REQUERIMIENTOS DE FUNCIONALIDAD

Los requerimientos funcionales definen el comportamiento interno del software, es decir, son las funciones que el robot debe realizar.

- El robot deberá moverse siguiendo una trayectoria predeterminada.
- El robot debe ser capaz de desplazarse en diversas condiciones de iluminación.
- Este robot es una herramienta educativa para los ingenieros informáticos y por lo tanto tiene de ser capaz de aceptar códigos de programación y desplazarse o realizar lo que le sea especificado.
- El campo de visión que transmitirá la webcam hacia el ordenador tiene que ser amplio.



- El robot será controlado por medio de dos ordenadores portátiles que llevan incorporados baterías para aumentar su tiempo de duración. Además se prevé la incorporación de un medidor de distancias y de un láser. Las figuras 11, 12, 13 y 14 muestran los diseños en 3D de cada componente que se ha referido en este apartado.

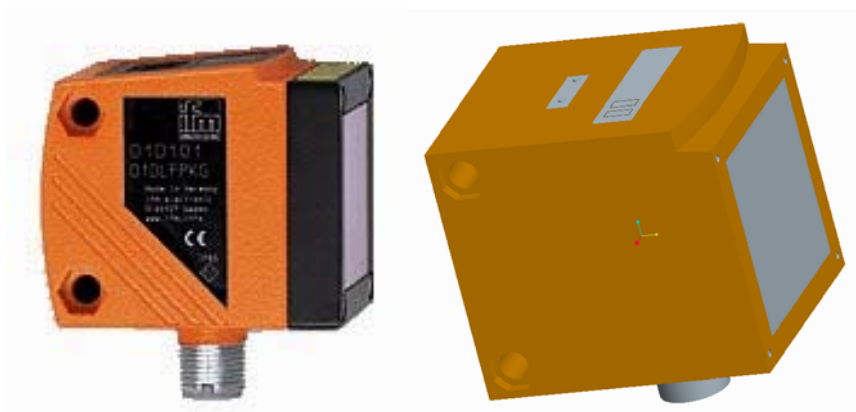


Figura 11. Medidor de distancias

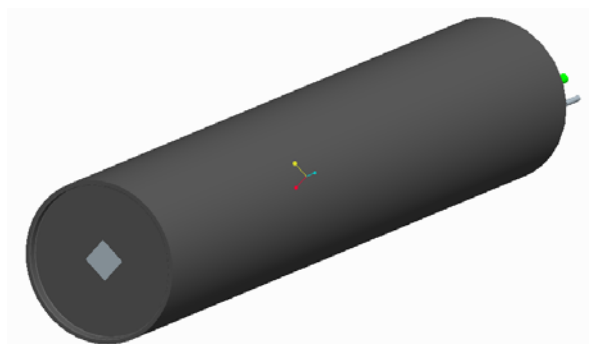


Figura 12. Láser

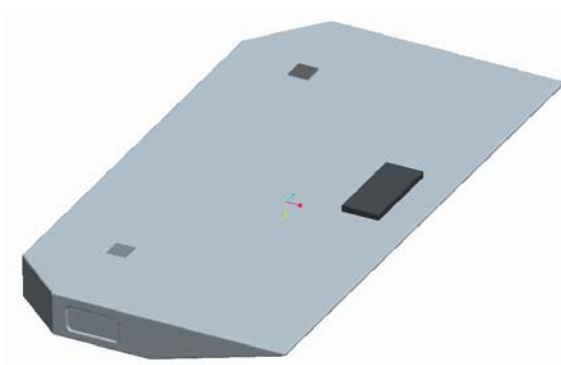


Figura 13. Batería

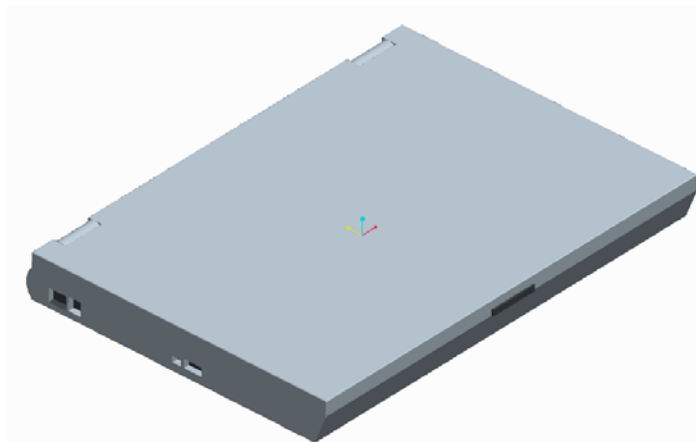


Figura 14. Ordenador portátil

Para conseguir esto se necesita hacer un trabajo en equipo ya que estos requerimientos exigen conocimientos informáticos, de electrónica y de mecánica. En el presente proyecto sólo se expondrán los requerimientos de tipo mecánico.

1.6.3. REQUERIMIENTOS DE DISEÑO MECÁNICO

A la hora de diseñar la estructura mecánica los aspectos más importantes a considerar son:

- La estructura tiene que ser resistente y rígida ya que en su interior hay elementos frágiles e imprescindibles (ordenador, placa electrónica, batería...) para el funcionamiento del robot.
- La estructura tiene que ser lo más ligera posible.
- La estructura tiene que cumplir una durabilidad suficiente.
- El tamaño de la estructura esta determinado por los elementos que se tienen que incorporar, tanto en su interior como en su exterior y de la actividad que tiene que desarrollar. También dependerá de las relaciones áureas (número de oro) que debe cumplir.
- Se tienen que reducir al máximo los costes ya que se prevé una pequeña fabricación en serie (se tienen que fabricar 6 robots).
- El robot se desplazará mediante tres ruedas, una rueda giratoria y otras dos ruedas motrices alimentadas por dos motores independientes, este motor ha de corresponder al tipo RH 158-75.



- El control se llevará a cabo mediante un ordenador portátil situado en el interior del robot y otro situado en el exterior que será el de control. Se tiene que tener en cuenta los materiales utilizados para evitar las interferencias entre los dos ordenadores (no se puede poner chapa).
- El material a utilizar en la estructura será el aluminio.

1.6.4. REQUERIMIENTOS DE FABRICACIÓN

- El diseño final debe de poderse fabricar utilizando los recursos que dispone la Universidad de Lleida en los laboratorios de mecánica y de electrónica. Por eso, el requerimiento fundamental es el de diseñar piezas que se puedan construir y montar fácilmente reduciendo al máximo el tiempo y los costes de fabricación.
- Se tiene que minimizar el número de piezas a utilizar y el número de piezas distintas a fabricar.
- Los elementos del prototipo que se tengan que comprar tendrán que ser fáciles de conseguir y estar disponibles en el mercado.

1.6.5. REQUERIMIENTOS DE TIEMPO Y TÉRMINOS DE ENTREGA

- Se empezó a trabajar con el robot en octubre de 2007.
- El robot tenía que estar diseñado y fabricado para el día 20 de diciembre de 2007, en el que había concertada una demostración de una aplicación de la robótica utilizando estos robots. El lugar escogido fue el Auditori del campus de Cappellet. Centre de Cultures Transfrontereres de la Universitat de Lleida. El acto se celebró con presencia de medios de comunicación.

El diseño final se evaluará dependiendo del grado de cumplimiento de estos requerimientos.

1.7. ESTUDIO Y JUSTIFICACIÓN DE LAS DISTINTAS ALTERNATIVAS DE DISEÑO

Este apartado se divide en distintos subapartados donde se explicarán las distintas alternativas de diseño que se han considerado por cada parte que constituye el robot, mostradas con dibujos y justificando la solución final adoptada.

Para poder llevar a cabo esta fase se han realizado distintas pruebas empíricas utilizando distintos materiales, parámetros y relaciones para resolver aspectos concretos de diseño.



La fase de diseño se ha ejecutado básicamente mediante dos programas informáticos: Pro-engineer y Autocad.

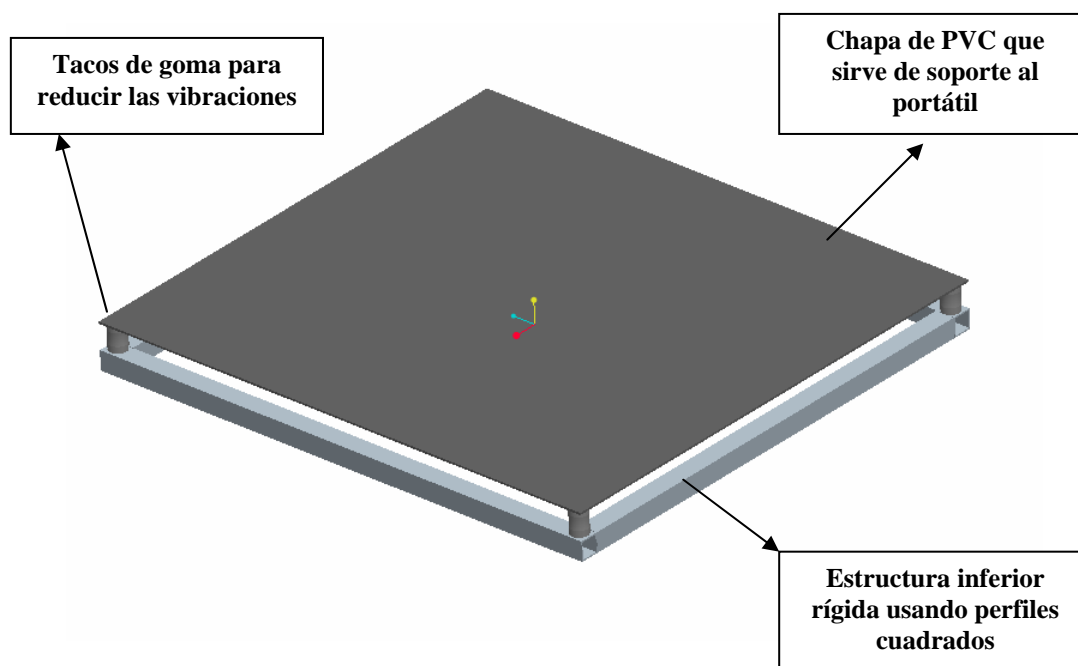
La numeración (P1, P2...) que se sigue para identificar las distintas piezas es la misma que se ha utilizado en el apartado de presupuestos y en los planos.

1.7.1. ESTRUCTURA INFERIOR

La estructura inferior es la que tiene que ser más rígida porque ha de aguantar todo el peso del robot. Las preguntas que deben plantearse son: qué debe soportar / aguantar, cómo hacer la estructura lo más simple y ligera posible y a la vez que sea rígida, cómo hacer una estructura teniendo en cuenta el espacio para poner los distintos elementos necesarios para el funcionamiento del robot.

Cuando se diseña esta parte del robot ya se ha considerado que se pondrán tres ruedas, dos de las cuales van alimentadas por motores independientes y estarán situadas en la parte de delante de la estructura y una rueda giratoria situada atrás. Además, se tiene que prever el espacio necesario para que en su interior pueda situarse una placa electrónica, una batería y un portátil, éste último debe estar en plano horizontal para obtener una fácil manipulación sin tenerlo que sacar cada vez del robot. Todas estas condiciones nos limitan el diseño.

1.7.1.1. ALTERNATIVA 1



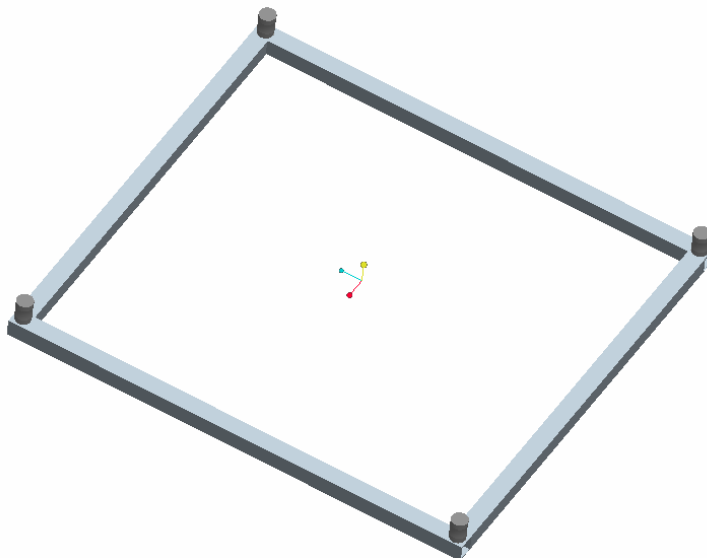


Figura 15. Alternativa 1 de la estructura inferior

La alternativa 1 consiste en colocar 4 barras de perfiles cuadrados unidas entre sí, a bajo de las cuales se colocarían las ruedas. Encima se colocarían los tacos de goma para reducir las vibraciones que se transmiten desde la estructura a la chapa de PVC y por lo tanto al portátil y demás componentes ubicados encima (fig.15).

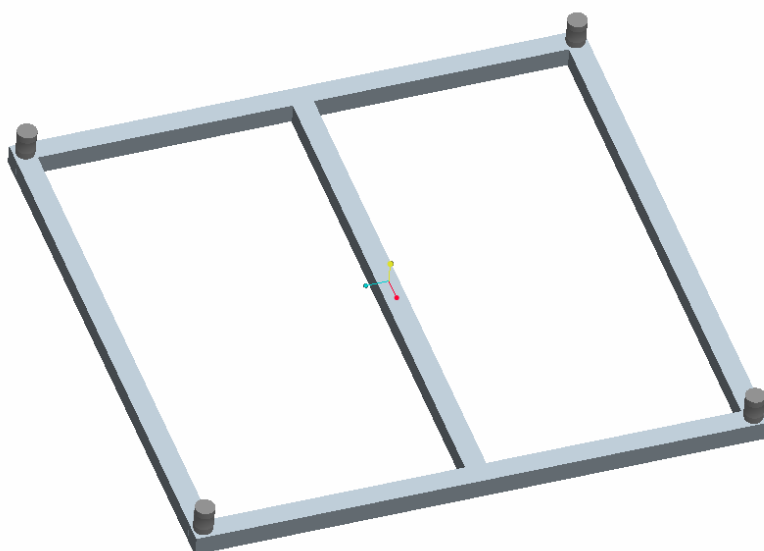


Figura 16. Alternativa 1 modificada (más reforzada)

Partiendo de la estructura base se han añadido varias barras para poder dar una rigidez más consistente al conjunto. Se pensó en poner una barra vertical en el medio



(fig. 16), barras diagonales, horizontales... Esto a la vez que facilitaría la ubicación de las ruedas mejoraría la rigidez de la estructura.

1.7.1.2. ALTERNATIVA 2

1	Perfil rectangular 40x20x307mm, espesor 1.5. Función de la pieza: apoyo para las piezas 2 y 3 y soporte para la rueda giratoria (P13).
2	Perfil rectangular 40x20x40mm, espesor 1.5. Función de la pieza: elevación del ordenador portátil (P12).
3	Perfil rectangular 40x20x310mm, espesor 1.5. Función de la pieza: soporte para la pieza de soporte del motor (P14).
4	Perfil cuadrado 20x20x120mm, espesor 1.5. Función de la pieza: unir las piezas 6 con la 1 (P18).
5	Pieza de unión cuadrada 40x40x0.5mm (P2) y de unión en forma de T 60x20x0.5mm (P1). Función de las piezas: unir distintas piezas de la estructura, en este caso con la P2 se une la pieza 4 con la 1 y con la P1 se une la 4 con la 6.
6	Perfil cuadrado 20x20x895mm, espesor 1.5. Función de la pieza: soporte para la webcam y otros elementos previstos (láser) (P17.)

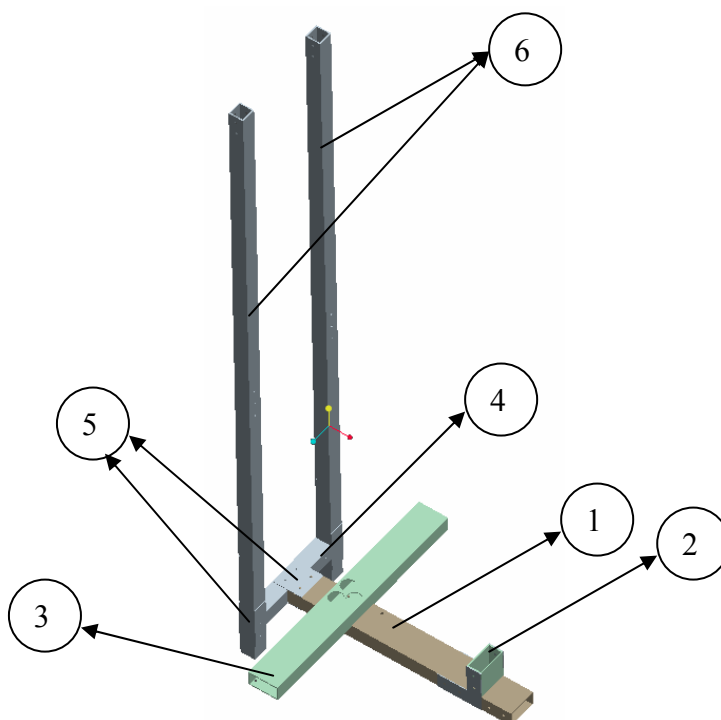


Figura 17. Alternativa 2 de la estructura inferior



Como segunda alternativa se ha pensado en hacer una estructura no en forma rectangular sino en forma de T, como la que se muestra en la figura 17.

Esta estructura consta de una pieza de perfil rectangular de dimensiones 40x20x307 y espesor 1.5mm (P13) situada en la parte de abajo de la estructura que sirve de soporte a la rueda giratoria y de apoyo para las piezas de perfil rectangular de dimensiones 40x20x310mm (P12) y 40x20x40mm (P14). Esta pieza, a la vez, se une mediante la pieza de unión cuadrada (P2) a la pieza de perfil cuadrado 20x20x895mm, espesor 1.5 (P18). La pieza P18 se une con las piezas de perfil cuadrado 20x20x895mm (P17) mediante la pieza de unión en forma de T (P1). Las piezas P17 constituyen la parte de delante del robot. La pieza rectangular 40x20x40mm (P12) sirve para elevar la parte de delante del portátil para que todo él quede en plano horizontal y hacer más cómodo su uso desde el interior del robot. Además de esta forma encima de la pieza 1 queda sitio para colocar la placa electrónica (explicación de esta ubicación el apartado 2.3 del documento anejo).

A la hora de fabricar las piezas se ha pensado en cómo unir las, en este caso se ha optado por la unión mediante remaches haciendo previamente los agujeros para que las piezas encajen bien. Las piezas P12 y P14 también se unen mediante remaches. Pero tal y como se puede apreciar en la figura 4 para poder unir la parte inferior de la pieza P14 con la parte superior de la pieza P13 se tiene que realizar unos agujeros que permitan que pueda entrar la cabeza de la remachadora hasta la superficie inferior de la pieza P14 y poder realizar de esta manera la unión.

Las dimensiones de cada pieza vienen determinadas por las dimensiones de los elementos a situar en su interior y también de las relaciones del número áureo con las que debe cumplir.

1.7.1.3. JUSTIFICACIÓN

Los inconvenientes que tiene la alternativa 1 son la difícil incorporación de las ruedas en la estructura y la baja resistencia interior de esta, pero por contra tiene mayor resistencia exterior.

Por estos problemas se escoge que la solución adoptada corresponde a la alternativa 2, ya que incluso que el montaje es un poco más complejo, se ahorra material, se mejora la resistencia y rigidez interior de la estructura, es más compacta, no existen problemas para la colocación de las ruedas, se facilita la colocación del portátil de manera que éste quede totalmente horizontal e incluso nos permite trabajar con una gamma más amplia de posibilidades para dar la apariencia, forma exterior del robot. En esta alternativa también se ponen elementos para minimizar las vibraciones.

1.7.1.4. IMPLEMENTACIÓN FINAL



Figura 18. Distintas muestras de partes que configuran la estructura inferior

1.7.2. RUEDAS MOTRICES Y DE SOPORTE (P27)

Un requerimiento de diseño mecánico especificado anteriormente fue que el robot se desplazará mediante tres ruedas, una rueda giratoria y otras dos ruedas directrices alimentadas por dos motores independientes. Las preguntas ha tener en cuenta son: cómo ha de ser el diseño de la rueda, qué dimensiones han de tener, qué peso han de soportar, de qué material tiene que estar fabricada.

Las dos ruedas directrices se situarán en la parte de delante del robot, lo más cerca posible a su extremo y la rueda giratoria, en cambio, se situará lo más hacia atrás posible para dar una mayor estabilidad al conjunto y ser capaces de aguantar todo el peso transmitido por el robot.

1.7.2.1. ALTERNATIVA 1

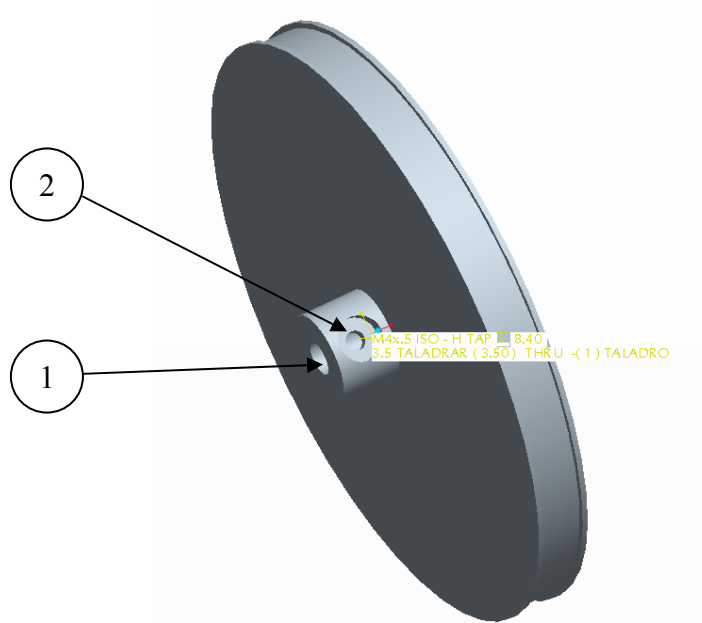


Figura 19. Alternativa 1, rueda con aletas laterales

La primera alternativa con la que se pensó fue en una rueda con aletas laterales, ver figura 19. Además, esta rueda dispone, en su eje, de dos agujeros: un agujero concéntrico al eje del motor (1) y otro agujero perpendicular al eje del motor (2). El agujero 1 sirve para encajar el eje del motor, el cual tiene una particularidad y es que no es todo cilíndrico sino que tiene una parte plana. En el 2 agujero se pone un tornillo de M5 que se apoya en la parte plana del eje del motor produciendo un fregamiento entre las dos superficies cosa que mejora la transmisión del par haciendo que la rueda mantenga en todo momento su posición con respecto al eje del motor. En la fotografía 20 se puede observar el detalle del tornillo prisionero introducido en el agujero del eje.



Figura 20. Fotografía que muestra la colocación del tornillo prisionero en el agujero del eje de la rueda.



1.7.2.2. ALTERNATIVA 2

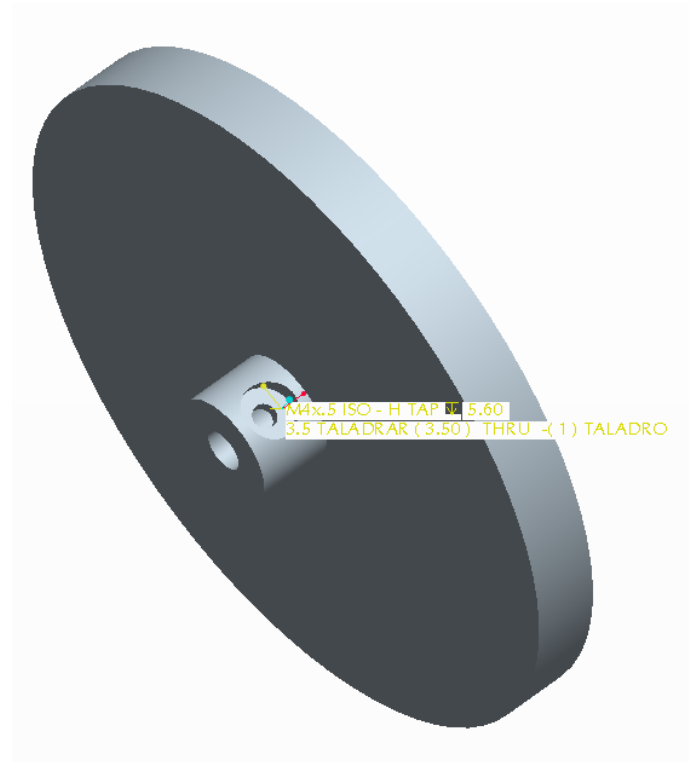


Figura 21 . Alternativa 2, rueda sin aletas laterales

Como segunda alternativa, planteamos la misma rueda que en la alternativa 1 con la única diferencia de que se han eliminado las aletas laterales, ver figura 21.

1.7.2.3. JUSTIFICACIÓN

En la primera alternativa se piensa en una rueda con aletas laterales, de esta forma al poner la correa en medio es imposible que esta pudiera salir, cosa que reduce los problemas que se puedan ocasionar posteriormente, pero que por su dificultad de fabricación se ha escogido la opción 2 como la opción que se llevará a cabo.

De todas formas tampoco existirán problemas a la hora de poner las correas en la rueda de la alternativa 2 ya que se pegaran con cianocrilato.

1.7.2.4. ELEMENTOS ENVOLVENTES DE LAS RUEDAS (CORREAS (P38))

Por lo que hace referencia a las correas, se quería que fuesen del mismo diámetro que las ruedas motrices porque así, de esta forma, hubieran encajado a la perfección. Fue imposible encontrarlas ya que siempre los diámetros eran superiores, obligándonos a cortar las correas a la dimensión requerida y pegarlas en las ruedas con cianocrilato.



Se necesitaban unas correas, con dientes rectangulares y llanas, muy cercanas las unas a las otras para conseguir un movimiento continuo del robot, sin alteraciones. Por todo esto se ha elegido el modelo “Tipo 130 XL con un espesor de 037” mostrado en la figura 22.



Figura 22. Correas tipo 130 XL con espesor 0.37

A la hora de poner las correas también se pensó en colocar dos correas en una misma rueda, una al lado de la otra, giradas un cierto ángulo de forma que el dentado de las dos correas se intercalara y conseguir de esta forma el movimiento de continuidad, cosa que al final se desestimó porque se necesitaba un espesor mayor en la rueda. Finalmente sólo se puso una correa por rueda.

1.7.2.5. IMPLEMENTACIÓN FINAL

Se hizo un estudio con autocad para averiguar la altura que las ruedas debían que tener, a partir de aquí y haciendo uso de catálogos se determinaba el radio de las ruedas, su forma de enganche (se utilizó la platina porque era la que conllevaba menos coste de implantación). El catálogo utilizado finalmente fue el del fabricante de ruedas arsa del 2006, sólo se busco la rueda giratoria ya que las otras dos ruedas se fabricaron en el laboratorio de mecánica.

Cuando se hizo el estudio por primera vez se buscaba que las tres ruedas formasen un plano horizontal, sin que existiese inclinación en el robot, para lograrlo se tenía una altura de la rueda giratoria de 66mm y un diámetro de las dos ruedas motrices de 104.83mm. El resultado se muestra en la fig. 23.

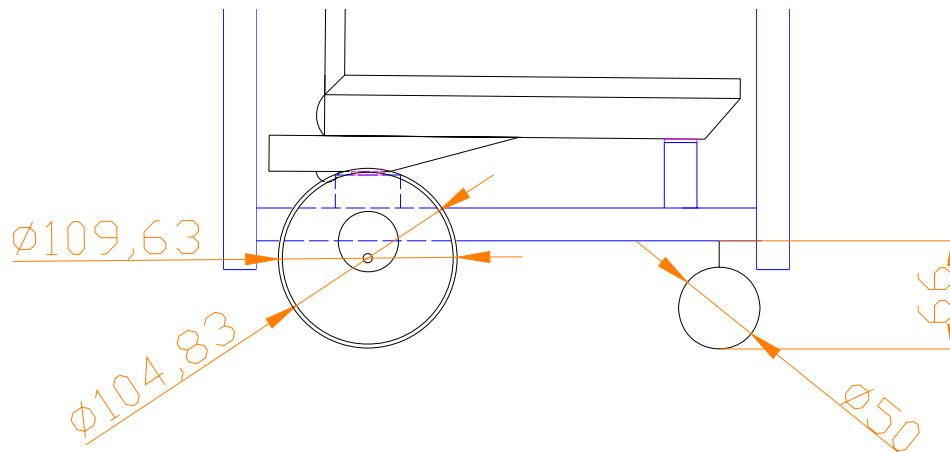


Figura 23. Resultados del primer estudio realizado

Para poder fabricar estas ruedas con el radio indicado existían problemas en la fabricación porque no se podía realizar el agujero 2 (comentado en la alternativa 1 de este punto), ya que la brocha de que se dispone en el laboratorio utilizada en el centro de mecanizado, es más corta que el radio de la rueda y por lo tanto el extremo de la brocha no llegaba al lugar donde se quería iniciar el agujero, para evitar estos problemas se decidió reducir el diámetro de la rueda a 100mm, y cómo no se podía cambiar la altura de la rueda giratoria ya que en el mercado las dimensiones están estandarizadas se obtuvo una cierta inclinación. Esta inclinación no es considerable y permite que el robot realice su función correctamente. Resultados mostrados en la fig. 24.

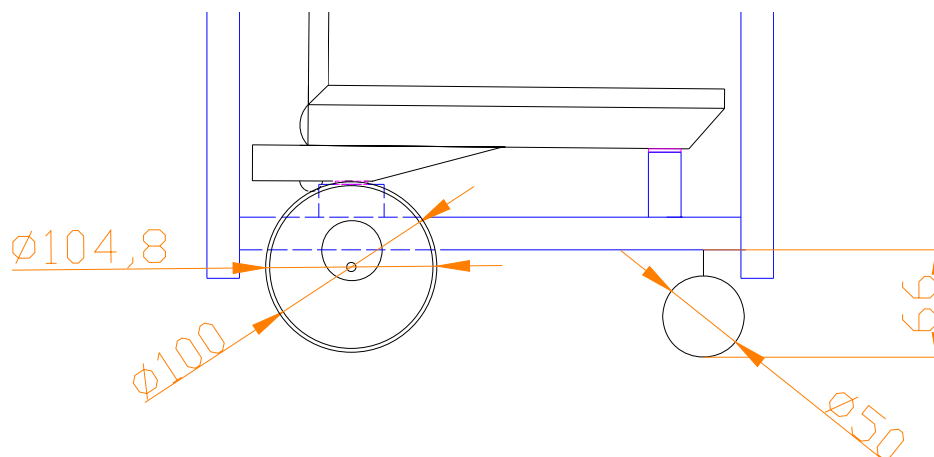


Figura 24. Resultados del segundo estudio realizado



La estructura final con las tres ruedas montadas se muestra en la fig.25.

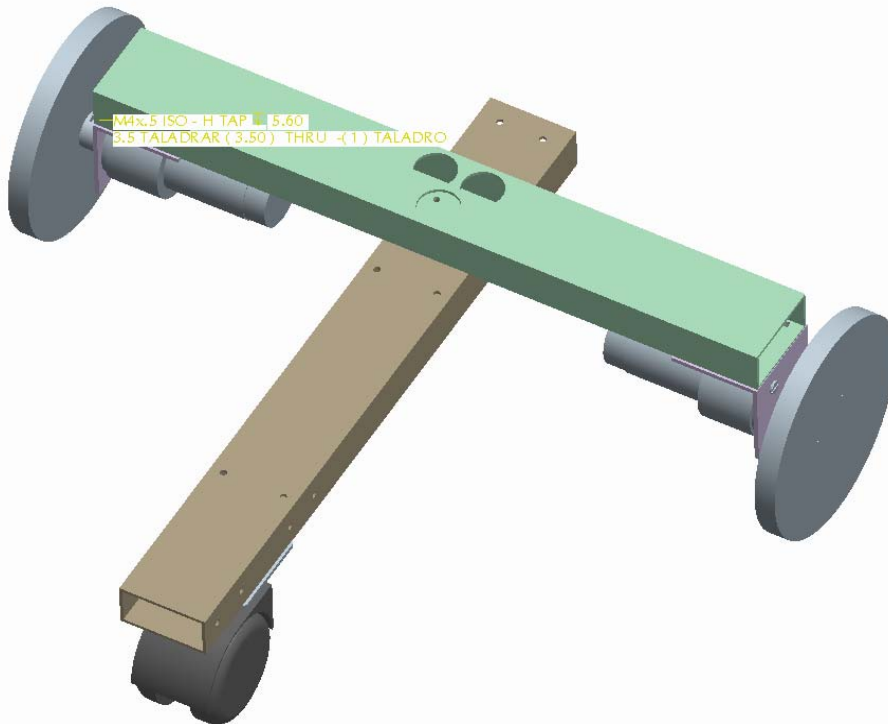


Figura 25. Parte de la estructura inferior con la ubicación de las tres ruedas

Las fotografías 26, 27 y 28 muestran la incorporación de las ruedas, tanto las motrices como la giratoria, en la estructura.

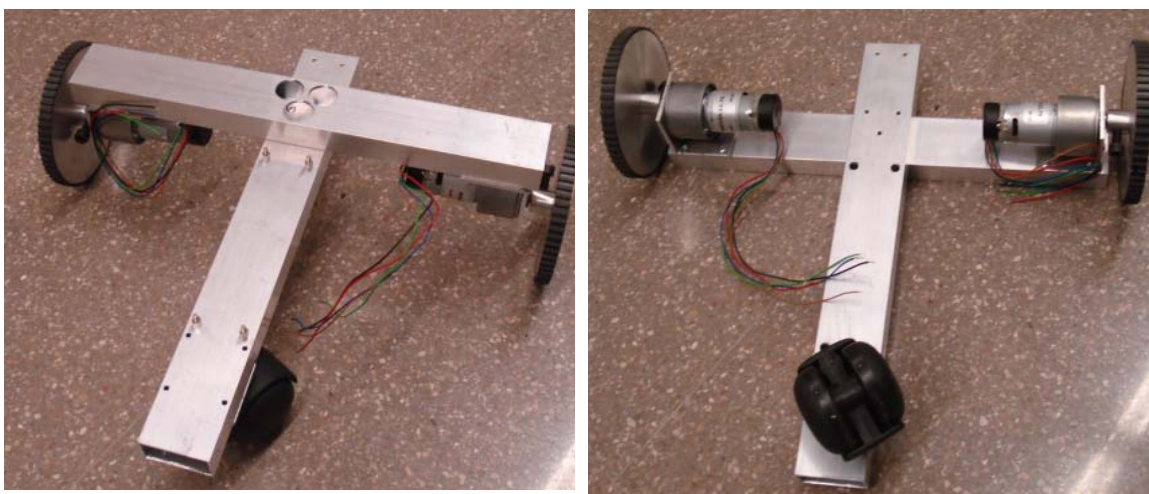


Figura 26. Representación real del montaje

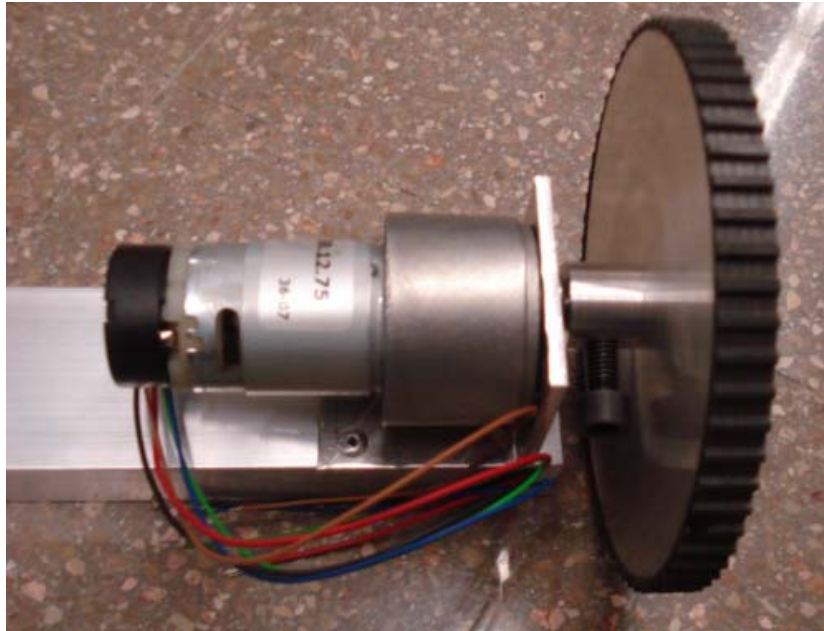


Figura 27. Ubicación del tornillo prisionero en el eje de la rueda y de la unión del motor con la estructura



Figura 28. Detalle de la unión de la rueda giratoria con la estructura

1.7.3. PIEZA DE SOPORTE DEL MOTOR (P14)

La pieza del soporte del motor ha de ser una pieza rígida que aguante el peso del conjunto del motor y rueda, y a la vez que permita la transmisión del movimiento entre las dos partes. Las preguntas que se deben plantear son: cuál es la forma óptima del diseño de la pieza, cómo la uniremos con el resto de la estructura, cómo se fabricará.

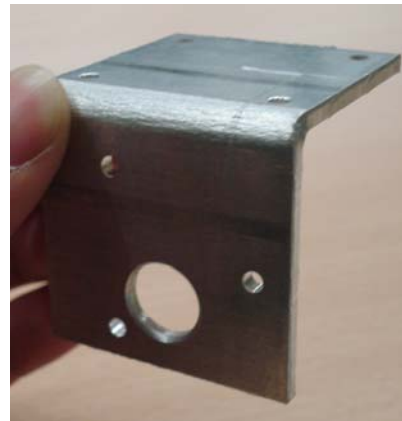
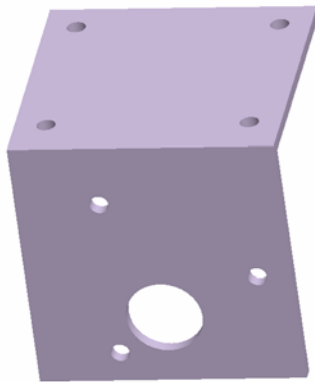


Figura 29. Pieza de soporte del motor

El diseño de esta pieza consiste en una pieza doblada a 90°, obteniendo dos partes diferenciadas de forma cuadrada. La parte superior tiene cuatro agujeros totalmente simétricos que sirven para unirla con la estructura mediante remaches, en cambio, en la parte inferior también hay cuatro agujeros pero esta vez están descentrados, imitando las oberturas que tiene el motor para poder encajar las dos piezas. El agujero central, es por donde entra el eje del motor y se conecta con la rueda, y los otros tres agujeros hacen la función de unión de la pieza soporte del motor con el motor mediante tres tornillos de M3. Para complementar esta explicación se adjunta la figura 29.

Es una pieza sencilla y de fácil fabricación.

1.7.3.1. IMPLEMENTACIÓN FINAL

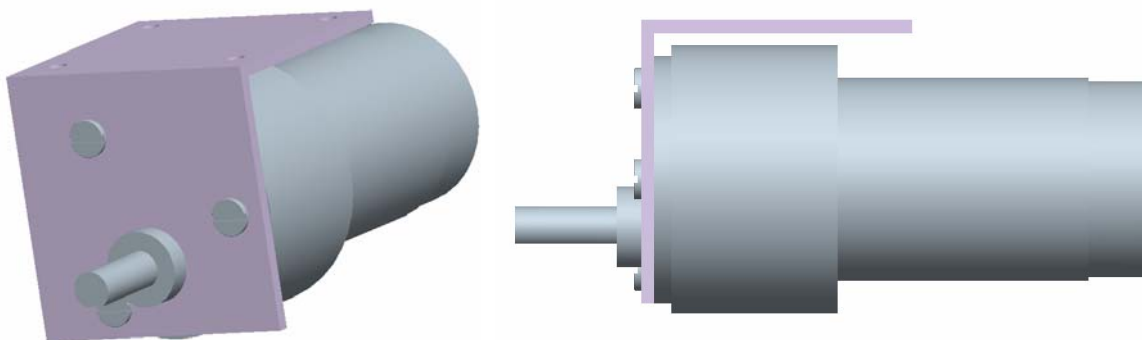


Figura 30. Diseño de la unión del motor con la pieza

En las siguientes fotos 31 y 32 se puede ver realmente cómo es el motor y el detalle que se ha comentado anteriormente referido a la superficie llana que hay en su eje.



Figura 31. Modelo del motor utilizado



Figura 32. Detalle de la superficie llana en el eje del motor

1.7.4. ESTRUCTURA ASA

La estructura del asa tiene que apoyarse sobre una estructura rígida porque con ella se tiene que levantar/arrastrar todo el peso del robot para poderlo desplazar cuando sea necesario. Las preguntas que debe plantearse cuando se piensa en esta estructura son: cómo desplazaremos el robot, dónde colocamos esta estructura, cómo la uniremos con el resto del diseño mecánico.

Esta estructura tiene que prever que encima de la estructura exterior tiene que haber una tapa, y que ésta se tiene que poder sacar y poner todas las veces que sean necesarias.

1.7.4.1. ALTERNATIVA 1

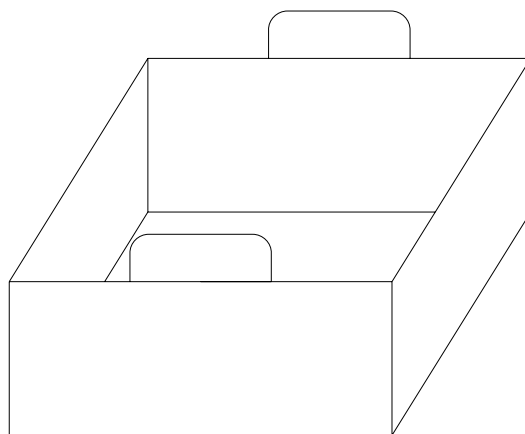


Figura 33. Asas laterales unidas en la estructura exterior

Esta primera alternativa consiste en poner dos asas unidas en dos lados de la estructura exterior, de manera que para el desplazamiento del robot se tendrá que levantar la estructura haciendo uso de las dos manos, ver fig. 33.

1.7.4.2. ALTERNATIVA 2

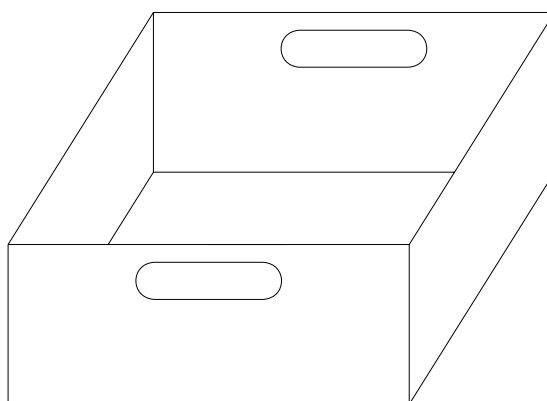


Figura 34. Asas laterales realizadas en la estructura exterior

Otra alternativa consiste en colocar dos asas pero no unidas a la estructura exterior, sino que ahora estas ya forman parte de la estructura (fig. 34). La forma de desplazar el robot es la misma que la utilizada en la alternativa 1.



1.7.4.3. ALTERNATIVA 3

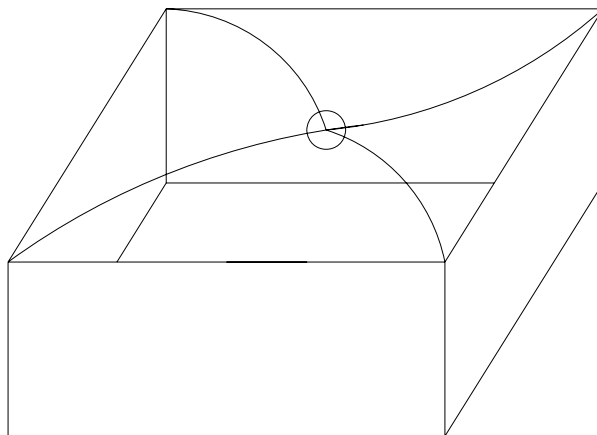


Figura 35. Uso de una sirga como asa

Como tercera alternativa se tiene cuatro sirgas unidas en un mismo punto, por el cual se levantará todo el peso. Este método pretende imitar a lo que sería un pulpo de cuatro ramales que utilizan las grúas para elevar peso. Ver fig. 35.

1.7.4.4. ALTERNATIVA 4



Figura 36. Asa unida en la estructura inferior



Finalmente, como última alternativa se tiene una asa colocada en la parte central de la estructura inferior. Ver fig. 36.

Al elaborar esta alternativa se tiene que tener en cuenta que se pueda abrir el portátil que hay en el interior del robot para poder trabajar con él, cuando sea necesario sin necesidad de sacarlo. La altura que tenía que tener se supo mediante la realización de pruebas empíricas con maquetas.

1.7.4.5. JUSTIFICACIÓN

Todas las alternativas excepto la última coinciden en que el asa se une en la estructura exterior, lo cual implica que esta sea rígida y en consecuencia que tenga un mayor peso, cosa que no es interesante.

El cumplimiento de los requisitos de diseño mecánico da como opción más eficiente la alternativa cuatro, ya que al unirse el asa a la estructura inferior, la cual ya es rígida, se puede eliminar peso en la estructura exterior haciendo un robot más ligero.

1.7.4.6. IMPLEMENTACIÓN FINAL

En la fotografía 37 se muestra la implementación final de esta parte de la estructura del robot.



Figura 37. Conjunto que forma el asa



1.7.5. ESTRUCTURA EXTERIOR

La estructura exterior, a diferencia de la estructura inferior no hace falta que sea tan resistente, ya que no tiene que soportar todo el peso del robot sino que aparte de una función estética ha de ser capaz de aguantar golpes y de no deformarse demasiado. Las preguntas a tener en cuenta son: qué material se utilizará para que no se deforme y no provoque interferencias, qué grado de rigidez se necesita, cómo se unirá con el resto de la estructura de forma que dé un resultado agradable a la vista.

1.7.5.1. ALTERNATIVA 1

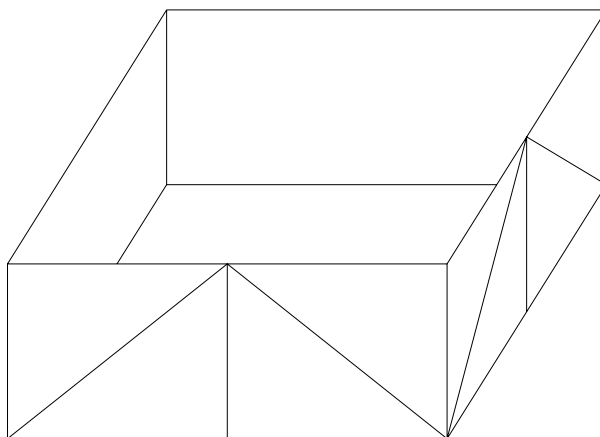


Figura 38. Estructura exterior utilizando tres barras

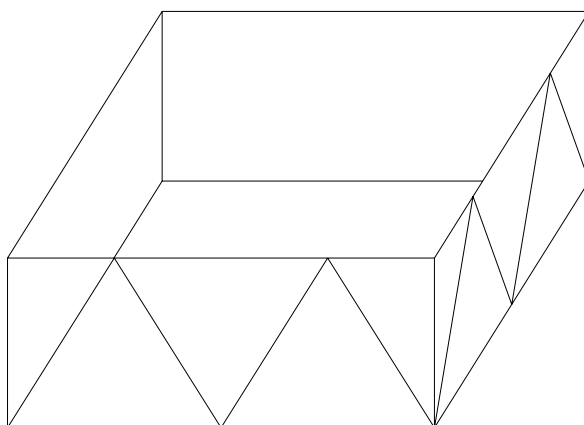


Figura 39. Estructura exterior utilizando 4 barras

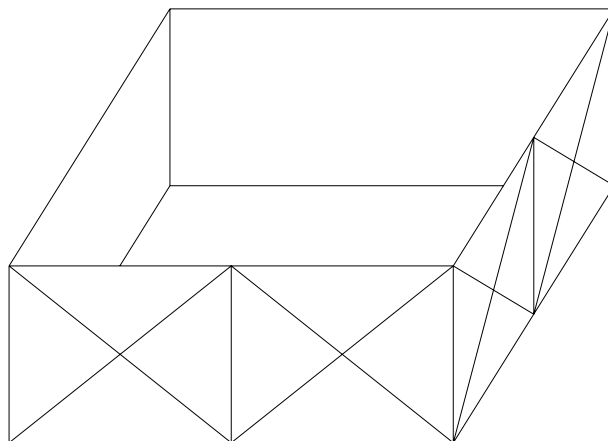


Figura 40. Estructura exterior utilizando 5 barras

La primera alternativa consiste en hacer que la estructura exterior sea de forma rectangular, con las dimensiones mínimas que se necesitan para que quepa todo el material en su interior. En cada uno de sus lados se ha ido añadiendo distintas barras para aumentar su rigidez dando lugar a los ejemplos mostrados en las figuras 32, 33 y 34. En todos los casos, estas barras forman distintos tipos de triángulos (ya que se conoce que la estructura más rígida es la que se forma mediante triángulos).

1.7.5.2. ALTERNATIVA 2

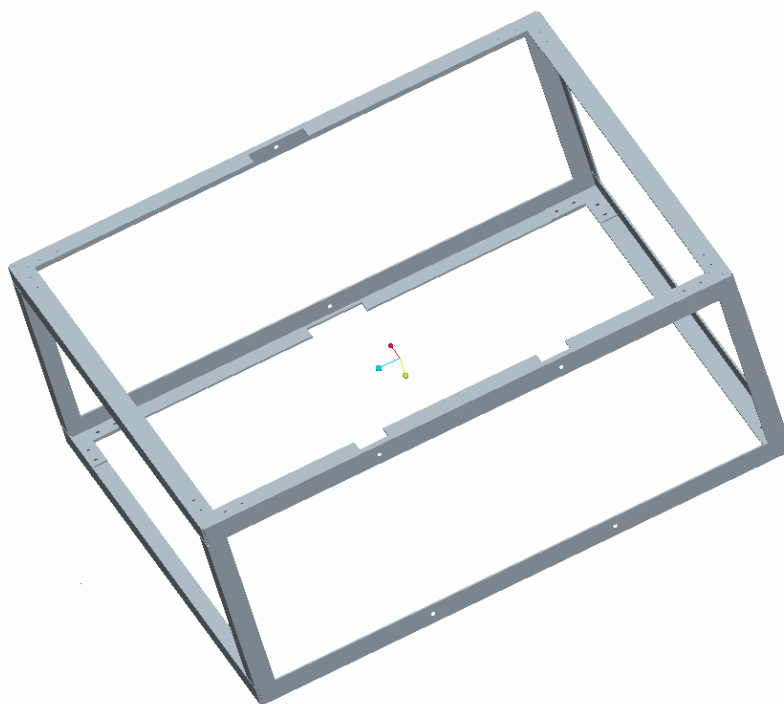


Figura 41. Alternativa 2 de la estructura exterior, con ninguna barra en el interior de los laterales

Como segunda alternativa se tiene también una estructura exterior de forma rectangular, pero sin barras en sus lados y con algunos agujeros y rebajos para poderla unir con la estructura interior del robot. Ver figura 41.

1.7.5.3. ALTERNATIVA 3

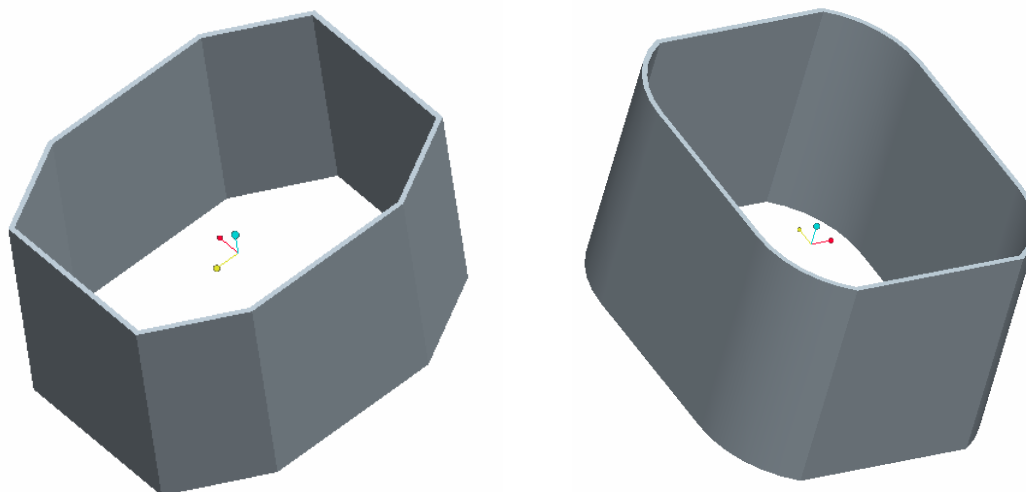


Figura 42. Alternativa 3 de la estructura exterior, con cantos redondeados o estructura hexagonal

Se ha pensado en esta última alternativa ya que una de las aplicaciones del robot es la necesidad de desplazarse por distintos sitios y la forma redondeada de sus puntas o la forma hexagonal de la estructura exterior permite una mayor movilidad en lugares pequeños. Ver fig. 42.

1.7.5.4. JUSTIFICACIÓN

La primera alternativa da lugar a una estructura exterior más rígida que la segunda y tercera alternativas. Cosa que no se necesita porque como se ha visto en el punto 1.7.4. de la estructura del asa esta se apoya en la estructura inferior y no en la exterior.

La tercera alternativa tampoco es viable en nuestro caso, ya que la estructura exterior esta calculada para que en su interior se pueda situar un ordenador portátil que tiene forma rectangular. Entonces si se redondean las puntas o se hace una forma hexagonal de la estructura exterior, el portátil no cabe por lo que si se quiere llevar a cabo esta alternativa se tendría que hacer mayor la estructura y por lo tanto no es un diseño óptimo.

Por todo lo que se ha comentado se elige la alternativa 2 como la alternativa para el diseño final. Es una estructura que no se necesita que sea muy rígida y sin los cantos redondeados.



Se tiene que comentar un aspecto muy importante de la estructura exterior, y es el material con el que se envolverá. Como el robot está controlado mediante portátiles, uno en el exterior del robot y el otro en el interior, no puede existir interferencias entre estos, cosa que nos descarta la utilización de chapa como material envolvente. Los otros dos materiales con los que se pensó fueron: plástico y material PVC, su elección dependía de la forma de unión.

Las dos opciones de unión con las que se pensó fueron: la unión sólo mediante remaches o a la vez que se utilizan remaches también se usaba cianocrilato. La primera opción comportaba agujerear todos los perfiles en L y también el material para envolver la estructura. La segunda opción utiliza en primer lugar cianocrilato (evitando la realización de agujeros e idóneo para el material que se utilizó) y en segundo lugar los remaches en los sitios donde se tiene que unir con la estructura inferior o con la estructura del asa. De las dos opciones se escogió esta última ya que se ahorra material, se reducía el peso y su ejecución era mucho más rápida.

Finalmente no se utilizó plástico porque a la hora de unirlo a la estructura mediante remaches este se rompía, por lo que se utilizó el material PVC de color negro. No había problemas ni a la hora de unirlo mediante remaches ni a la hora de unirlo mediante cianocrilato.

Al material de PVC de color negro se ha añadido algunos agujeros para pasar interruptores, como función de ventilación para el ordenador que hay en su interior y para que el sonido que emite el portátil en el interior pueda fluir hacia el exterior.

Teniendo en cuenta todo lo comentado en este apartado, la visión final de la estructura exterior unida con el material envolvente se muestra en la fig.43.

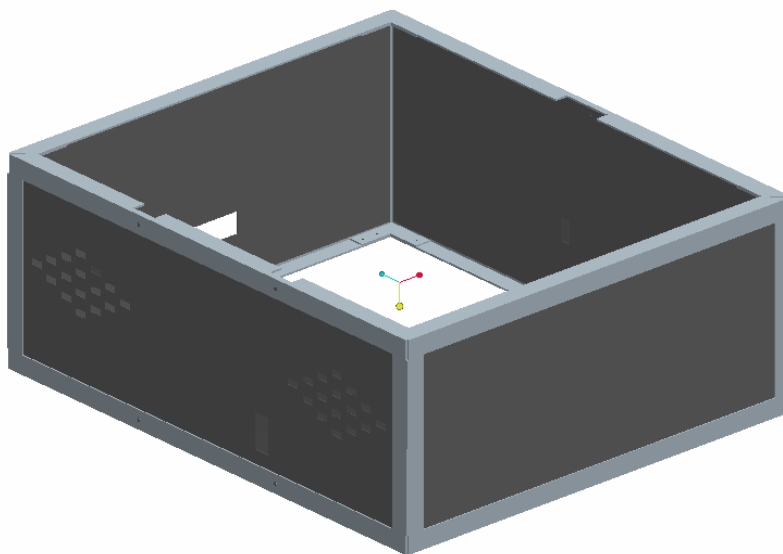


Figura 43. Estructura exterior definitiva con la unión del material envolvente



1.7.5.5. IMPLEMENTACIÓN FINAL

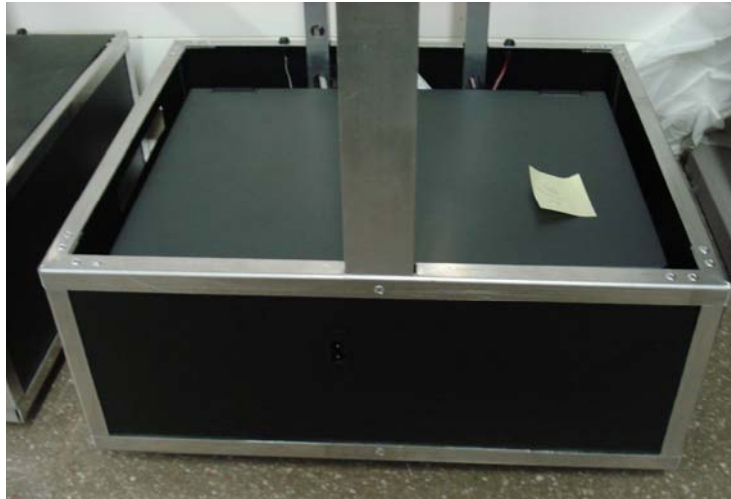


Figura 44. Resultado de la integración de la estructura exterior en el resto de las estructuras que forman el robot

1.7.6. TAPA

La tapa tiene que estar diseñada como un elemento que se pueda sacar y poner de forma cómoda las veces que se deseen para poder manipular el ordenador portátil situado en el interior del robot, no tiene que ser de gran rigidez pero si que tenga cierta consistencia. Las preguntas que se tienen que plantear son: qué diseño permitirá que realice correctamente su función, qué material se usará para su fabricación, cómo y dónde se pondrá el asa de la tapa.

Al diseñar la tapa se tiene que tener en cuenta que para sacarla o ponerla no se puede hacer desde arriba ya que tenemos situada el asa del robot, se tendrá que hacer lateralmente.



Figura 45. Vistas de la tapa que muestran los componentes que la integran



Esta alternativa consiste en hacer una tapa con el material PVC de color negro. La tapa esta compuesta por un trozo de este material, con las dimensiones adecuadas, en el que se le han realizado ciertos rebajos para que pueda introducirse en la estructura inferior y el asa y no se produzcan interferencias. Para obtener una cierta consistencia se le ha añadido una pieza de perfil en L, que a la vez sirve como apoyo para el asa de la tapa, situados los dos elementos en el centro de esta. La unión entre el asa, el material PVC y la pieza de perfil en L se hace mediante tornillos de M3. Ver fig. 45.

Al haber utilizado un material flexible y que se puede deformar elásticamente no existen problemas en sacar la tapa lateralmente, además se puede hacer de forma cómoda gracias al asa de que se dispone en su parte central.

1.7.6.1. IMPLEMENTACIÓN FINAL



Figura 46. Resultado de la tapa construida donde se puede ver el nombre del robot al cual pertenece empegado con una pegatina: 2/6

1.7.7. SOPORTE PARA LA WEBCAM (P10)

Esta pieza irá situada a una altura de 0.895m respecto del suelo y por lo tanto, para conseguir un campo de visión adecuado a esta aplicación, es decir, que la webcam situada encima de la pieza pueda enfocar hacía el suelo para poder ver la trayectoria que el robot sigue en cada momento, se necesita que esta pieza tenga cierta inclinación. Además también se quiere obtener un campo de visión amplio, para conseguir esto se tiene que poder variar la posición de la webcam. Las preguntas que se deben plantear son: cómo uniremos la pieza con la estructura, qué diseño se va a realizar, qué dimensiones debe tener, cómo es la mejor manera para conseguir los distintos campos de visión de la webcam, qué ángulo de inclinación es el adecuado, cómo conseguir cierta protección en la webcam.



El diseño que se pensó consiste en una pieza con forma rectangular en su parte superior, la cual está inclinada respecto a la vertical 116.79° (éste ángulo se decidió después de hacer varias pruebas empíricas con maquetas hechas de cartón que representaban la estructura del robot). Tiene dos agujeros para poder poner dos pulsadores, uno que sirve en caso de emergencia y el otro con la función de STOP, en el medio hay una ranura rectangular, donde se colocará la webcam. La longitud de esta ranura es lo que le permitirá a la webcam tomar distintas posiciones y por lo tanto obtener varios campos de visión. Las otras caras de la pieza sirven para la unión de esta con la estructura mediante remaches.

Para poder proteger la webcam de posibles golpes y a la vez que ésta realice su función, se ha buscado la manera en que esta sobresalga lo mínimo de la estructura.

En la figura 47 se muestra el diseño de esta pieza que mediante distintas operaciones de pliegue se obtendrá la forma definitiva para su uso.

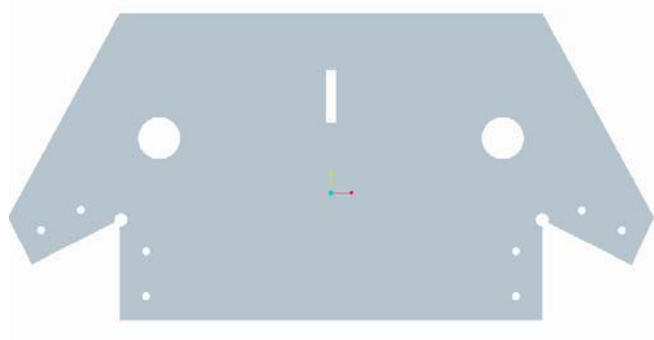


Figura 47. Diseño de la pieza P10

La Webcam utilizada por esta aplicación será como el modelo mostrado en la figura 42.



Figura 48. Modelo de la webcam utilizada para esta aplicación



1.7.7.1. IMPLEMENTACIÓN FINAL

La pieza una vez fabricada obtiene el aspecto mostrado en las figuras 49 y 50.

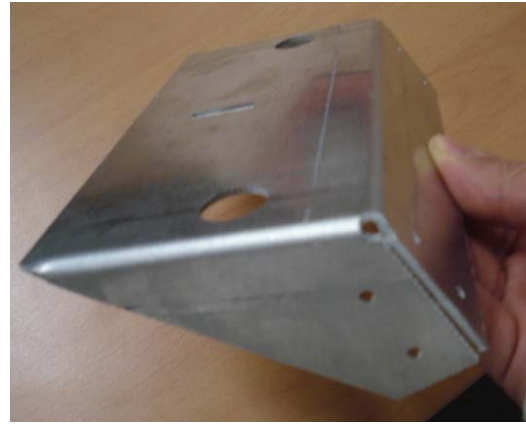
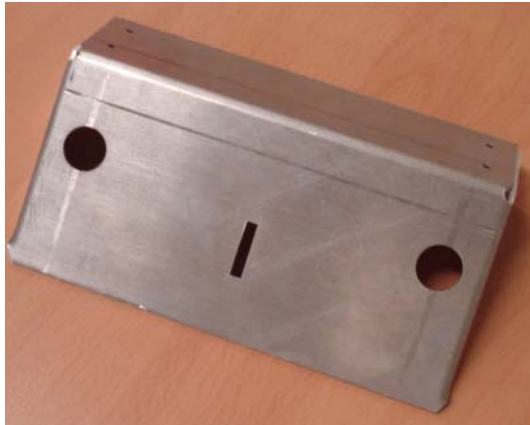


Figura 49. Resultado de la fabricación de la pieza de soporte de la Webcam

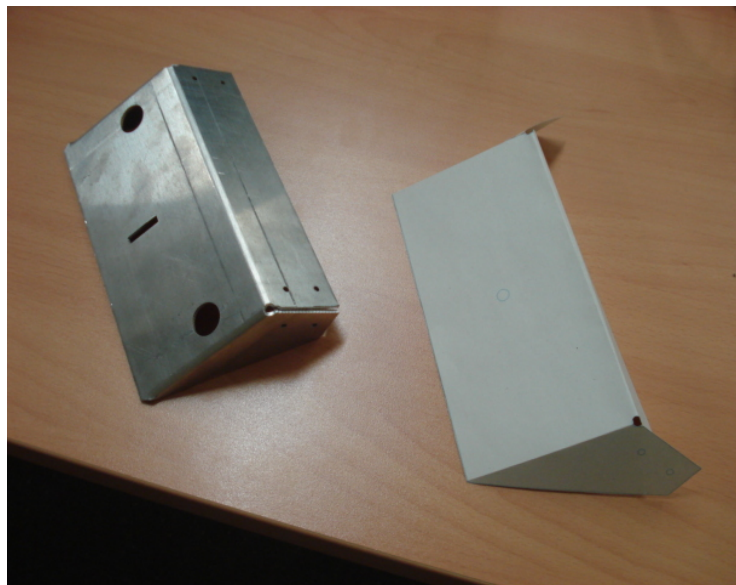


Figura 50. Pieza de soporte de la Webcam con una maqueta hecha de papel a su derecha.

1.7.8. PIEZAS DE UNIÓN

Las piezas de unión son las que se usan simultáneamente con los remaches para unir distintas piezas de la estructura, no hace falta que sean muy rígidas. Las preguntas a responder son: qué formas/dimensiones han de tener para abarcar un gran número de uniones y de esta forma reducir el número de piezas distintas a fabricar.



1.7.8.1. DISTINTAS ALTERNATIVAS

Estas piezas se utilizan en cada lugar donde se necesita una unión, dependiendo de las piezas a unir se necesitan unas formas concretas, como distintas alternativas se pensaron en las siguientes:

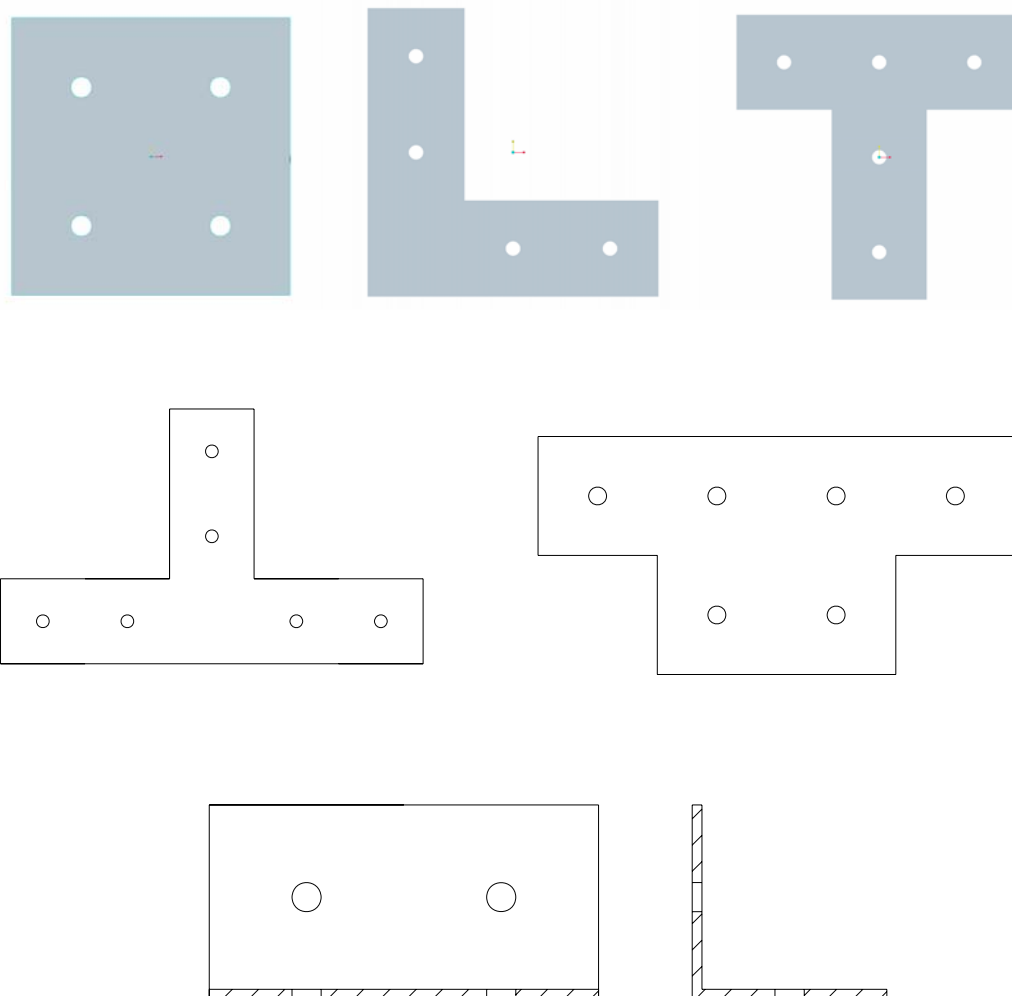


Figura 51. Distintas alternativas de piezas de unión

La figura 44 muestra las distintas alternativas de diseño con las que se pensó para realizar las diferentes uniones entre varias piezas de la estructura. Estas piezas tienen formas cuadradas, formas en T, en L... Todas las piezas, excepto la última, se han fabricado mediante punzonado a partir de una chapa de aluminio de 0.5mm de espesor. El proceso de fabricación de esta última, es partir de una pieza de perfil en L y yendo cortando a las distancias que nos interesan, de esta forma ya se conseguían las piezas definitivas.

1.7.8.2. JUSTIFICACIÓN

Para reducir el número de piezas distintas a fabricar se escogieron sólo estas cuatro piezas (hay dos piezas distintas del soporte en L, una de ancho de 13mm y la otra de 20mm), las cuales, por su forma se pueden utilizar en diversos lugares de unión. Ver fig. 52.

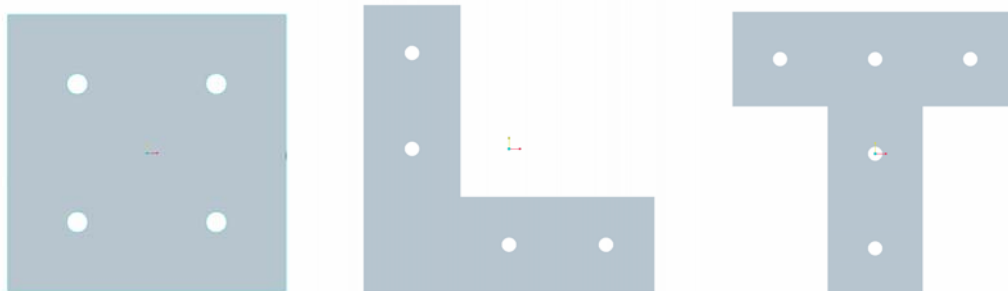


Figura 52. Piezas de unión que se utilizan para la fabricación de la estructura del robot.

1.7.8.3. IMPLEMENTACIÓN FINAL

Las siguientes fotografías (53 y 54) son ejemplos de distintos lugares en el robot donde se ha hecho uso de estas piezas mientras que la fig. 55 muestra la implementación de cada una de ellas.



Figura 53. Unión de la estructura del asa con la parte de delante de la estructura inferior.

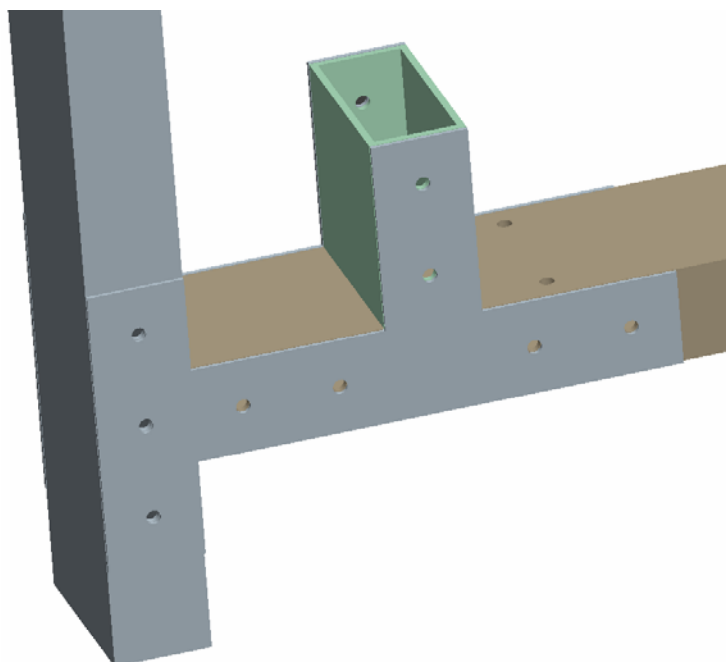


Figura 54. Unión de la estructura del asa con la pieza de soporte de la rueda giratoria.

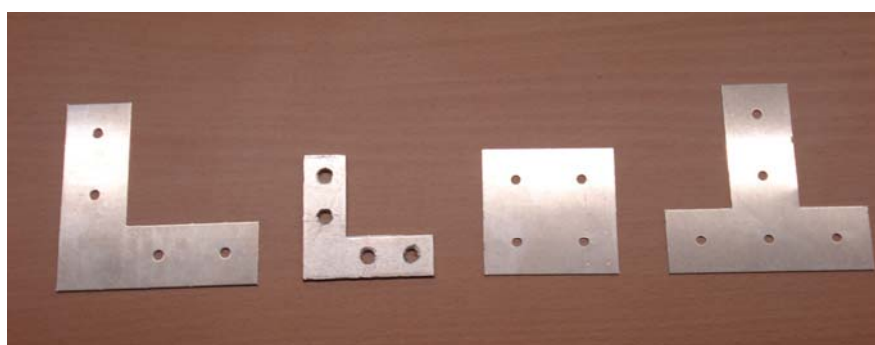


Figura 55. Piezas de unión fabricadas en el taller

1.8. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

En este apartado se detalla el proceso de construcción/fabricación de las distintas estructuras y piezas que conforman el robot.

1.8.1. CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA INFERIOR Y LA ESTRUCTURA DEL ASA

Para obtener las piezas de aluminio que forman parte de la estructura inferior y la estructura del asa se parte de piezas de perfiles rectangulares y cuadrados de 6m de longitud, las cuales se cortan a la distancia que se necesita dependiendo de la pieza a fabricar y se realizan los agujeros necesarios mediante un taladro o los rebajos necesarios mediante una sierra. La unión de los componentes se llevará a cabo mediante

las distintas piezas de unión que se han fabricado juntamente con remaches, la mayoría de veces, o directamente con cianocrilato sin utilizar piezas de unión (para unir los elementos para evitar la transmisión de las vibraciones).

El montaje de las piezas se ha realizado de forma manual.

La figura 52 muestra la identidad que se le da a cada una de las piezas de la estructura inferior y la estructura del asa. La indexación utilizada coincide con la utilizada en los planos y en el documento presupuesto.

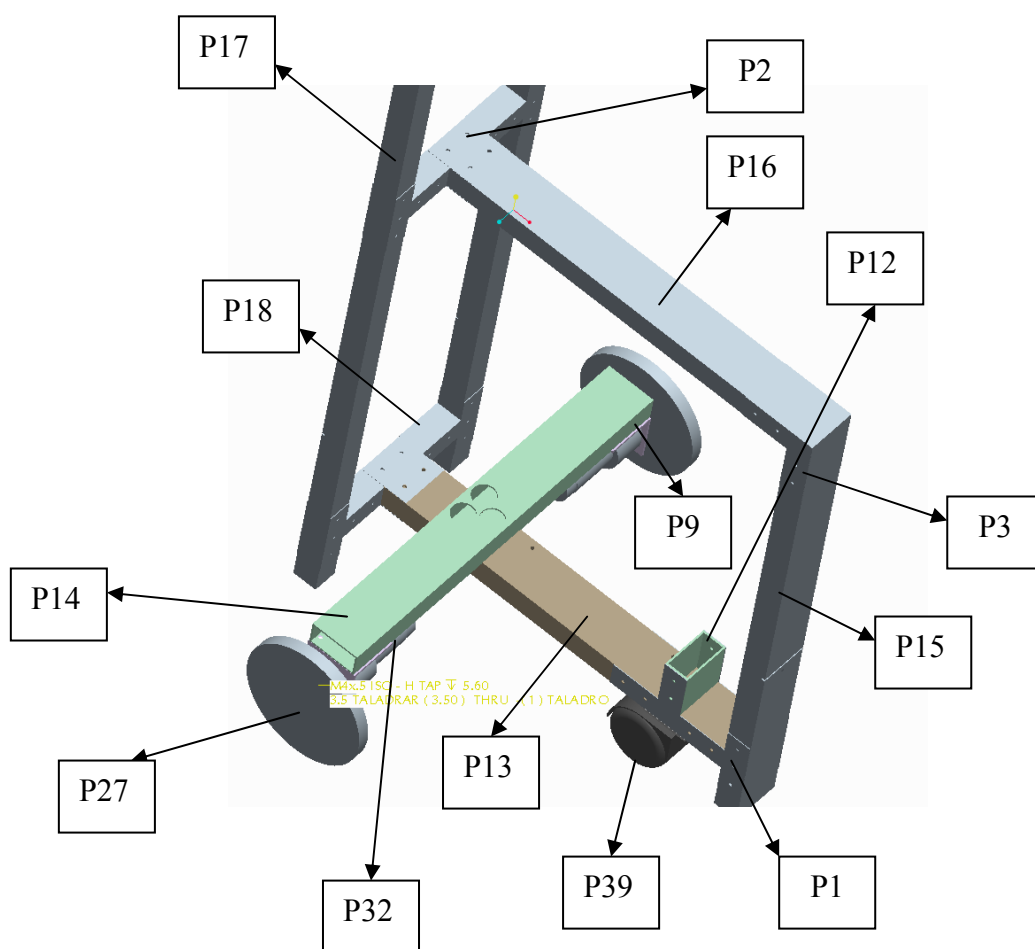


Figura 56. Identificación de cada una de las piezas en la estructura inferior y el asa

Las piezas utilizadas en la estructura inferior y del asa son:

- Piezas de unión (P1, P2 y P3)
 - Se han utilizado tres piezas de unión distintas: 4 de perfil cuadrado (P2), 10 de perfil en forma de T (P1) y 4 de perfil en L



de ancho = 20mm (P3). Todas ellas realizan la unión con la ayuda de los remaches.

- Pieza de soporte de la rueda giratoria (P13)
 - Esta pieza tiene distintos agujeros, tanto en la superficie inferior como superior, para poderla unir con la pieza de soporte de las ruedas motrices (P14), con la rueda giratoria (P39), con la pieza para mantener el portátil en posición horizontal (P12) y la pieza de unión entre las piezas de soporte de la webcam y la presente pieza (P18).
- Pieza de soporte del motor (P14)
 - Para unir esta pieza con la pieza de soporte de la rueda giratoria (P13) se han utilizado remaches. Se ha optado por hacer tres oberturas en la superficie superior de la pieza de dimensiones adecuadas para que se pueda introducir la cabeza de la remachadora, de forma que esta llegue a la superficie inferior de la pieza. También hay tres agujeros más en la superficie inferior centrados en los tres agujeros anteriores, esta vez, pero sus dimensiones son inferiores, de las medidas de los remaches. De esta forma ya no existen problemas para realizar la unión con los remaches. Además en sus extremos hay cuatro agujeros más, para unirla con las piezas de soporte de los motores. Ver fig. 57.



Figura 57. Pieza que muestra los agujeros que facilitan la realización de la unión



- Pieza de unión (P18) entre la pieza de soporte de la rueda giratoria (P13) y las piezas de soporte de la webcam (P17) y pieza de unión (P18) del asa (P16) con las piezas de soporte de la webcam (P17).
 - Esta pieza tiene agujeros en todas sus superficies (4 en cada lateral y 2 en sus superficies superior e inferior) para que conjuntamente con dos piezas de unión de forma cuadrada (P2) y cuatro piezas de unión de forma de T (P1) pueda llevar a cabo su función, unir dos piezas de importancia en la estructura.
- Piezas de soporte de la webcam (P17)
 - Estas piezas son las piezas de mayor longitud, teniendo agujeros para su unión con otras partes del robot y un aspecto característico son unos rebajos que se han ejecutado en su parte de delante, de 2mm de profundidad (ver fig. 58). Sirve para que la estructura exterior pueda penetrar en esta a fin de aproximar las piezas para poder realizar la unión mediante un remache y hacer más rígido y estable el conjunto. Las piezas de la estructura exterior también disponen de rebajos a una profundidad determinada para conseguir esta aproximación entre las piezas (ver fig. 59). La figura 60 es una simulación de cómo queda el conjunto una vez unido.

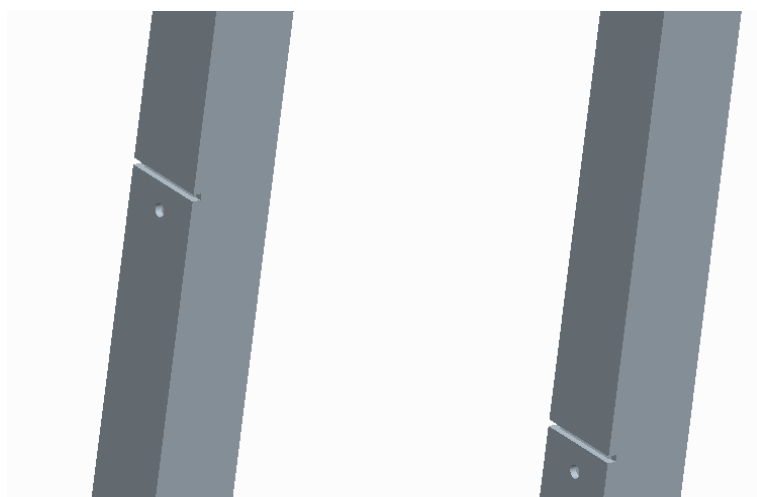


Figura 58. Rebajos y agujeros en las piezas de la parte de delante del robot



Figura 59. Rebajos y los agujeros en la pieza de la estructura exterior

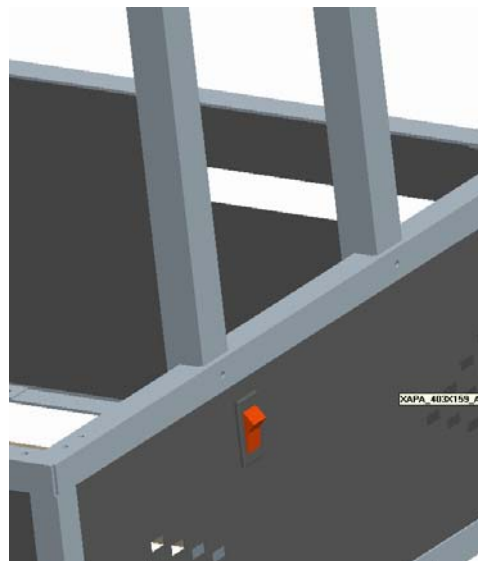


Figura 60. Montaje del conjunto.

Otra característica a comentar de estas piezas es que hay unos agujeros de distintas dimensiones, tanto en la parte superior como inferior, que sirven para que se puedan introducir los cables derivados de los elementos informáticos, y conseguir de esta forma mayor seguridad, aprovechamiento del espacio disponible y mejora estética del conjunto.

- Pieza de elevación del ordenador portátil (P12)
 - La función que tiene esta pieza es elevar la parte de delante del ordenador portátil para que quede en un plano horizontal y poder



de esta forma trabajar con él sin necesidad de sacarlo del interior del robot. Además, nos es conveniente realizarlo porqué de esta manera se consigue obtener un espacio vacío donde se puede colocar el circuito de control (apartado 2.3 del documento anejo).

- Pieza del asa horizontal (P16)
 - Es la pieza que hace la función del asa, por donde se coge el robot para transportarlo.
- Pieza del asa vertical (P15) que une la pieza del asa horizontal con la pieza de soporte de la rueda giratoria
 - Esta pieza al igual que las piezas de soporte de la Webcam (P17) tiene un rebajo de profundidad de 2mm para permitir la penetración de la estructura exterior.
- Remaches Ø3 x 12
 - Se utilizan en todas las zonas de unión de distintas piezas, para esta estructura se han utilizado 89 unidades.
- Cianocrilato
 - Se ha utilizado para enlazar el material antivibratorio Vidam VM3 que realiza la función de disminuir las vibraciones obtenidas en las ruedas hacia la estructura.

1.8.2. CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA EXTERIOR Y LA TAPA

La construcción de todas las piezas de aluminio de la estructura exterior se realiza mediante la punzonadora y posteriormente se utiliza la plegadora para darle la forma deseada de perfil en L. Esto se hizo así porqué en el primer proceso, además de darle la forma a la pieza se aprovechó para hacer los agujeros de unión, todo ello de forma automática y por lo tanto más rápida que si se hubiera partido directamente de piezas con el perfil en L y se hubiera tenido que realizar manualmente todos los agujeros con un taladro. La única pieza que se utilizo partiendo de un perfil en L fue la pieza que da consistencia la tapa (P11).

Igual que en el apartado anterior, la unión entre la mayoría de las piezas se realiza con piezas de unión y remaches mientras que en algunos casos especiales se ha utilizado cianocrilato para pegar las piezas. Un factor que influyó en la forma de unir las piezas fue el tiempo, cómo no se disponía de mucho tiempo se pensó en pegar el material envolvente a la estructura exterior. Mediante pruebas se vio que su acabado era bueno y la unión era rígida y segura.

Las figuras 63 y 62 muestran la identificación de las piezas utilizadas.

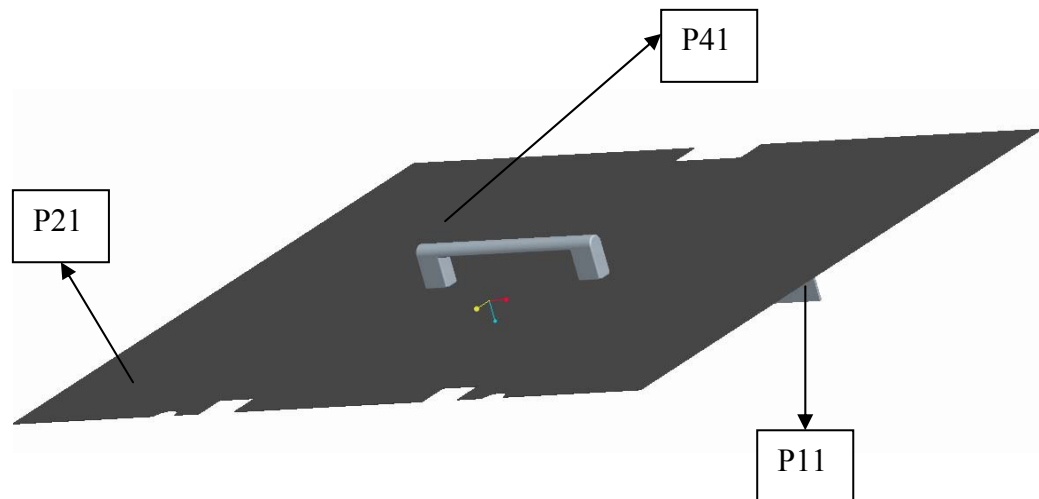


Figura 61. Identificación de las piezas que conforman la tapa

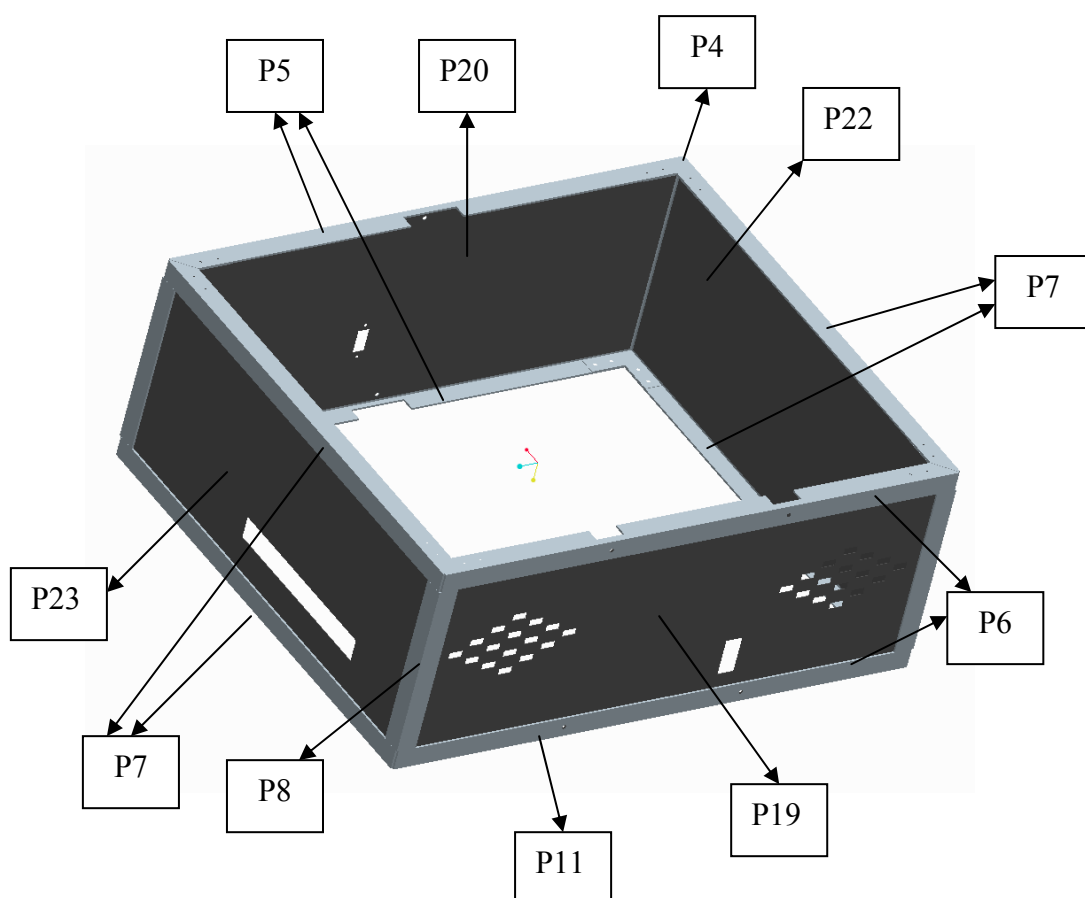


Figura 62. Identificación de las piezas que conforman la estructura exterior



Los elementos que se han utilizado para la construcción de estas dos partes del robot son:

- Distintas piezas de perfil en L plegadas y dobladas (P5, P6, P7 y P8)
 - Son piezas que se han fabricado para que la unión entre ellas den lugar a la estructura exterior. Hay 4 tipos de piezas diferentes y 12 unidades en total (4 piezas de P7, 4 de P8, dos de P6 y dos de P5). A parte de tener el perfil en L, se han realizado en alguna de sus caras agujeros y rebajos para conseguir una mejor calidad en las uniones.
- Material PVC negro (P20, P21, P22, P23 y P21)
 - El material PVC negro se ha utilizado tanto como material para envolver la estructura exterior como material que da forma a la tapa. Se escogió este material por no producir interferencias, por su capacidad de deformación, por su aspecto estético y porque era una solución viable si se utilizaba la unión mediante remaches o cianocrilato, ya que con la primera opción no se producían roturas en el material (a diferencia del plástico) producidas por la fuerza aplicada a la hora de poner el remache y con la segunda las piezas quedaban muy bien unidas.
- Piezas de unión (P4)
 - En esta estructura se han utilizado 8 piezas de unión de perfil en L de ancho = 13mm. Con estas piezas se consigue la unión entre las piezas de la estructura exterior P5, P6 y P7. La pieza P8 está unida con el material envolvente (PVC) mediante cianocrilato.
- Asa (P41)
 - Es el elemento por donde se cogerá la tapa, esta situado en el centro de la superficie superior.
- Pieza de perfil en L (P11)
 - Es una pieza en L de dimensiones 15x15mm y 379mm de longitud, que se sitúa en la parte inferior de la tapa, debajo del asa para que se pueda llevar a cabo la unión entre las tres piezas, además de darle el poco de consistencia que necesita el elemento.



- Tornillos M3
 - Para la unión del asa con el material PVC y el perfil en L se necesitan dos tornillos M3.
- Remaches Ø3 x 12
 - En esta estructura se usan 38 unidades.
- Cianocrilato
 - El cianocrilato permite realizar uniones rápidas y funcionales. Se ha utilizado para unir las piezas de PVC con la estructura exterior.

1.8.3. CONSTRUCCIÓN DE LAS RUEDAS MOTRICES (P27)

Las ruedas motrices se construyeron a partir de un bloque cilíndrico de aluminio de diámetro 100mm y de 6 metros de longitud. Realizando un primer corte en secciones de 20.5mm mediante una sierra para facilitar su utilización realizando distintas operaciones de cilindrado con el torno con el objetivo de eliminar material en la zona donde solo tiene que quedar el eje. Con esta máquina también se realiza el agujero central del eje por donde se introducirá el eje del motor. Por acabar solo hace falta realizar el agujero perpendicular al eje del motor, la función del cual es provocar mediante un tornillo prisionero un fregamiento entre la superficie plana del eje del motor y la rueda, para de esta forma poder transmitir el par del motor a la rueda sin que se produzcan deslizamientos. Este último agujero se realiza con el centro de mecanizado y la herramienta elegida es un taladro.

El material con que se fabrican las ruedas es el aluminio, en un primer momento se pensó en fabricarlas con plástico cosa que se desestimó por problemas de fabricación, se tardaba mucho más tiempo en serrar el bloque y además, a la hora de utilizar el torno para hacer la operación de cilindrado había problemas ya que en el laboratorio las herramientas disponibles son para trabajar con aluminio y no con plástico, esto hacía que a cada vuelta que giraba la pieza se tuviera que parar la máquina para sacar el material desechado que interfería para acabar de realizar la operación.

Las dimensiones de las ruedas motrices se obtuvieron mediante el estudio previo que se realizó con autocad, también influyeron las dimensiones de la rueda giratoria que las tuvimos que adaptar a lo que se encontraba en el mercado y el método de fabricación, ya que no se podía construir esta rueda si el diámetro era superior a 100mm, porque era imposible realizar el agujero situado perpendicular al eje del motor con las máquinas de las cuales se dispone en la Universidad de Lleida.

1.8.4. CONSTRUCCIÓN DEL SOPORTE DE LA WEBCAM

Para la construcción del soporte de la webcam se parte de una chapa de aluminio de 2mm de espesor, mediante la punzonadora se obtiene la forma, los agujeros interiores y la ranura que se puede observar en la figura 63. También se puede ver dos circunferencias de color rojo que muestran dos agujeros de diámetro 5mm, estos agujeros se ejecutan para facilitar la operación de pliegue y para que la línea de plegado no se desplace, en consecuencia se obtiene el pliegue en la zona deseada.

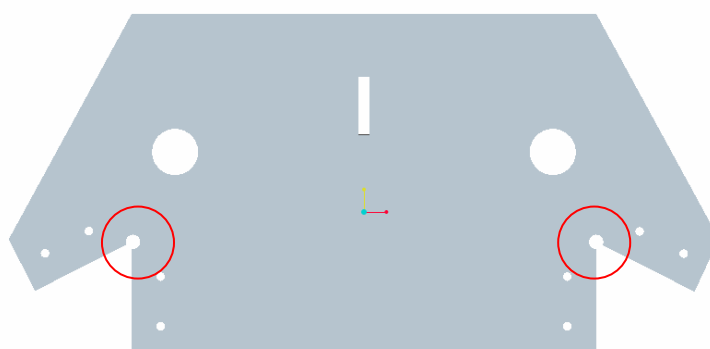


Figura 63. Forma de la pieza a realizar con la punzonadora

A continuación, mediante la plegadora, se realizan tres pliegues, el orden de los cuales es muy importante ya que sino se pueden provocar interferencias y en consecuencia llegar a un punto donde no se puede acabar de plegar la pieza. Por lo tanto, primero se realizan los dos pliegues de los extremos a 90° y por último el del medio a 116.79°. De esta forma, la pieza adquiere esta otra apariencia (ver fig. 64).

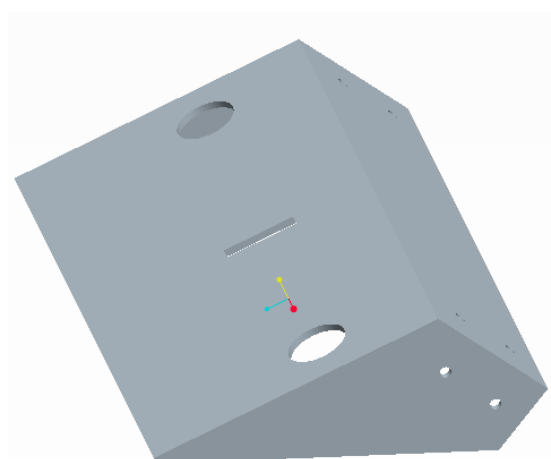


Figura 64. Pieza una vez ya se han realizado los pliegues

En la figura 41, en cambio, se ve la utilidad que tienen tanto los agujeros como la ranura y los elementos situados en ellos.



Figura 65. Ilustración que muestra el diseño de la pieza de soporte de la webcam con todos los componentes montados sobre ella (webcam y dos pulsadores).

1.8.5. CONSTRUCCIÓN DE LAS PIEZAS DE UNIÓN

Para fabricar las piezas de unión se parte de una chapa de aluminio de 0.5mm de espesor y mediante la punzonadora se obtiene su forma exterior y también los agujeros interiores por donde se introducen los remaches. Las dimensiones y formas de cada una de las piezas fabricadas se muestran en el anejo de planos. A continuación, en la fig. 66, se pueden apreciar las formas de estas piezas.



Perfil en T



Perfil cuadrado



Perfil en L (ancho = 20)



Perfil en L (ancho = 13)

Figura 66. Las cuatro piezas fabricadas para realizar las uniones entre distintas piezas en la estructura del robot.



Por cada robot se han utilizado un total de 26 piezas de unión: 4 de perfil cuadrado, 8 de perfil en L de ancho = 13mm, 4 de perfil en L de ancho = 20mm y 10 del perfil en T.

El número de piezas fabricadas por cada robot se especifica en el documento de presupuesto.

1.9. RELACIONES ÁUREAS

Un aspecto característico de este proyecto es que las dimensiones geométricas más importantes en la estructura del robot tienen que cumplir unas relaciones específicas, unas relaciones que den como resultado el número de oro o número áureo. La ilustración 67 pretende remarcar esta relación.


“phi”
proportions
perfectes

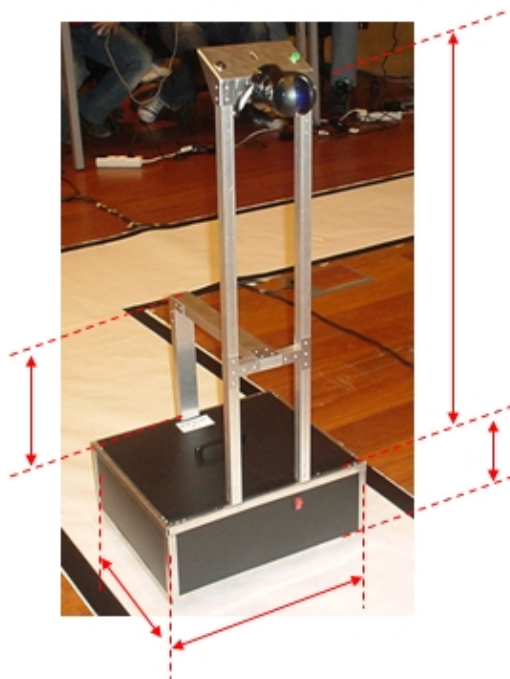


Figura 67. Ilustración que remarca la relación entre las dimensiones del robot y el número “Phi”

El número de oro es un número irracional representado por la letra griega ϕ y su valor es:

$$\phi = \frac{1 + \sqrt{5}}{2} \approx 1.618033988749894848204586834365638117720309179805...$$

Se trata de un número al que se le atribuyen muchas propiedades interesantes y que fue descubierto en la antigüedad, no como “unidad” sino como relación o proporción. Representa la perfección, lo divino y aparece tanto en algunas figuras geométricas como en las partes de un cuerpo, y en la naturaleza como caracolas, nervaduras de las hojas de algunos árboles, el grosor de las ramas...



Figura 68. La geometría de las caracolas cumple con la relación del número de oro

Mediante distintas relaciones entre las cotas que se muestran en la figura 69 se ha conseguido que estas cumplan con las relaciones del número “phi”.

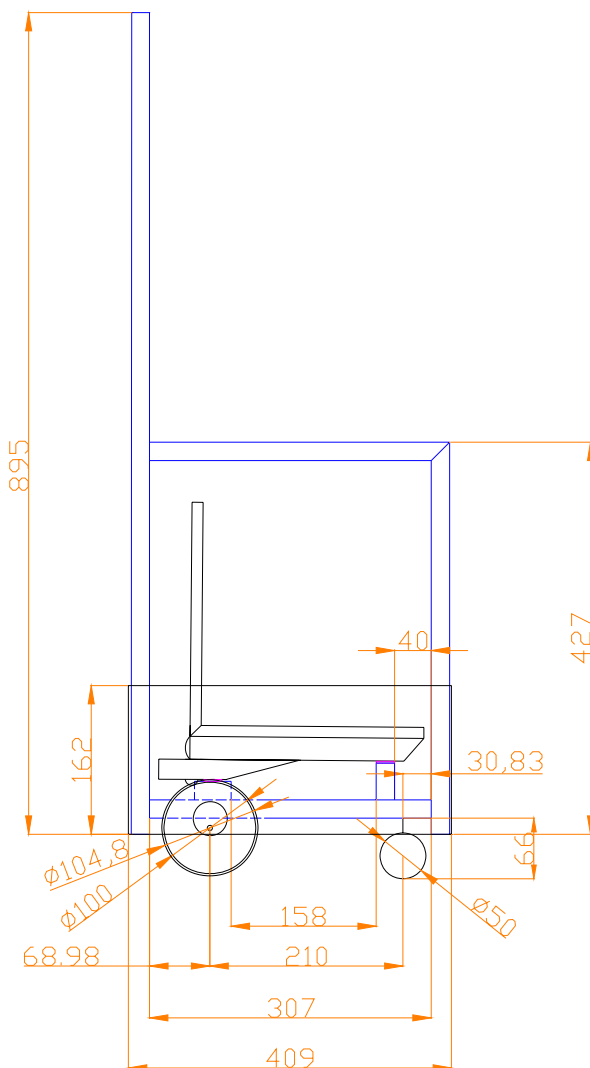


Figura 69. Ilustración que muestra las dimensiones más importantes de la estructura del robot y las cuales cumplen con la relación del número de oro mediante relaciones entre ellas



A continuación se explican las relaciones llevadas a cabo para conseguir la relación deseada. Con objeto de facilitar la fabricación de las piezas sólo se han utilizado dos decimales para definir las dimensiones de las piezas en los planos.

- cociente entre la longitud de las piezas de soporte de la webcam y 1.3 multiplicado por la altura del asa.

$$895 / (427 * 1.3) = 1.612$$

- cociente entre el diámetro de la rueda motriz con las correas puestas y la altura de la rueda giratoria.

$$104.8 / 66 = 1.587$$

- cociente entre la anchura de la estructura exterior y la distancia entre los ejes de la rueda motriz y giratoria.

$$409 / (210 * 1.2) = 1.623$$

- cociente entre la altura de la estructura exterior y el diámetro de la rueda motriz.

$$162 / 100 = 1.62$$

- cociente entre la longitud de la pieza de soporte de la rueda giratoria y 1.2 multiplicado por la distancia entre las piezas de soporte de las ruedas motrices y la pieza de elevación del ordenador portátil.

$$307 / (158 * 1.2) = 1.619$$

- cociente entre diámetro de la rueda giratoria y distancia entre la pieza del asa vertical y el eje de la rueda giratoria.

$$50 / 30.83 = 1.62$$

- cociente entre el eje de la rueda motriz y el inicio de la pieza de soporte de la webcam y distancia respecto el extremo de la pieza de elevación del ordenador portátil.

$$68.98 / (40 * 1.05) = 1.642$$

Excepto en cuatro casos las relaciones se obtienen directamente mediante el cociente de dos cotas.



1.10. PUESTA EN ESCENA

El día 20 de diciembre de 2007 se organizó una jornada denominada “La robótica móvil: cuando los robots se mueven...”, centrada en hacer una demostración pública, con presencia de medios de comunicación, de una aplicación de la robótica móvil donde se ha utilizado el robot del presente proyecto.

El acto se organizó como una actividad docente dentro de las asignaturas del Bloque de Robótica y con estudiantes de Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas de la EPS. En esta demostración se pusieron a prueba los robots durante una hora aproximadamente sin ningún contratiempo originado por el diseño mecánico de los robots. Se puede consultar más información relacionada con el desarrollo de la presentación en la página web del Grupo de Robótica: <http://robotica.udl.es>.

La prueba consistió en hacer que los robots se desplazaran siguiendo un circuito con rectas (dificultad baja), un giro a 90° (dificultad media) y una curva (dificultad alta). Todo ello se tenía que hacer con el menor tiempo y errores posibles. El ganador sería el que hubiera terminado el circuito con el menor tiempo posible. Este tiempo es la suma del tiempo necesario en recorrer el circuito, más las penalizaciones y bonificaciones. Las figuras 70, 71 y 72 muestran diversas etapas de la presentación.



Figura 70. Los tres robots que participaban en la demostración situados en los boxes.



Figura 71. Uno de los tres robots, el 6/6 realizando la recta del circuito.
En el fondo de la foto se ve a los Ingenieros Informáticos que se encargaban de la programación de los robots.



Figura 72. Uno de los miembros de la organización del acto manipulando el ordenador portátil desde dentro del robot.



1.11. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha realizado el diseño de un robot móvil para aplicaciones docentes mediante el estudio de diversas alternativas de implementación para cumplir con todos los diferentes requerimientos técnicos de diseño. El diseño del robot móvil ha sido implementado prácticamente y su funcionalidad como herramienta docente ha sido verificada mediante su utilización en un bloque de asignaturas y la demostración realizada en la EPS.



Anejos

DISEÑO DE UN ROBOT MÓVIL PARA
APLICACIONES DOCENTES
Davinia Font Calafell



Página 1 de 27

2. ANEJOS



ÍNDICE ANEJOS

2. ANEJOS

2.1. POSICIONAMIENTO DE LAS PIEZAS EN LOS MATERIALES DE PARTIDA	3
2.2. OPERACIONES	10
2.2.1. INTRODUCCIÓN	10
2.2.2. PUNZONADO	10
2.2.3. PLEGADO	11
2.2.3.1. PRIMER EJEMPLO	12
2.2.3.2. SEGUNDO EJEMPLO	16
2.2.4. TALADRADO	19
2.3. UBICACIÓN DE LA PLACA ELECTRÓNICA	21
2.4. ESTUDIOS REALIZADOS MEDIANTE MAQUETAS	24
2.5. LISTADO DE LA MÁQUINARIA UTILIZADA PARA LA FABRICACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL ROBOT	27



2.1. POSICIONAMIENTO DE LAS PIEZAS EN LOS MATERIALES DE PARTIDA

El objetivo de este estudio es situar distintas piezas de las mismas características en un mismo material de la forma más conveniente para quepan el mayor número de piezas en el espacio más reducido posible, y como consecuencia minimizar el coste de cada una de ellas.

En cada material comprado se fabrica sólo una misma pieza. En este caso se ha tenido que trabajar con chapas de aluminio de distintos espesores (0.5, 1.5, 2mm) y con piezas de perfiles rectangulares, cuadrados y en forma de L.

Para poder ubicar las piezas en las chapas se debe tener en cuenta dos cosas importantes:

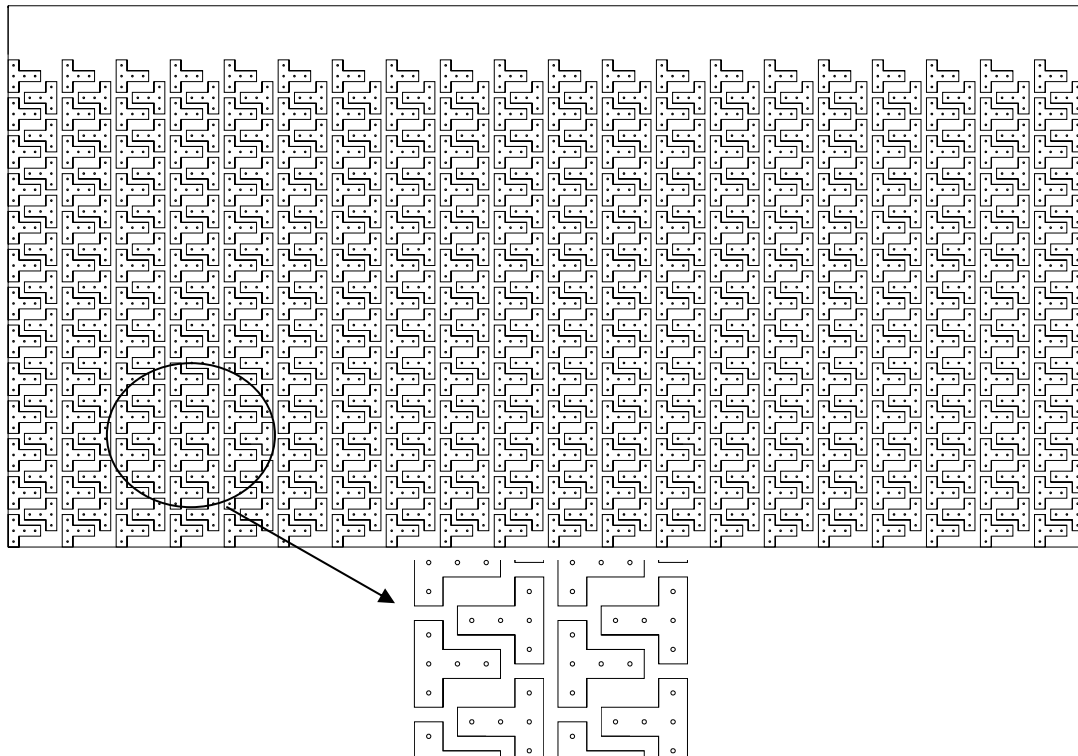
- Dejar un espacio en la parte superior de la chapa, de unos 90mm, para que la máquina de punzonado pueda coger y desplazar la chapa mediante unas pinzas, y conseguir de esta manera realizar su función.
- Entre las piezas se tiene que dejar un espacio de unos 10mm ya que el punzón utilizado tiene una anchura de 4mm, como se tiene que utilizar el punzón dos veces ya que una pieza esta al lado de la otra, esto significa que ya son 8mm los que se tienen que dejar y le sumamos dos como coeficiente de seguridad.

En cambio, para situar las piezas en los perfiles es más simple ya que no hay pérdida de material entre las distintas piezas, a la distancia marcada y mediante una sierra se van consiguiendo las piezas deseadas.

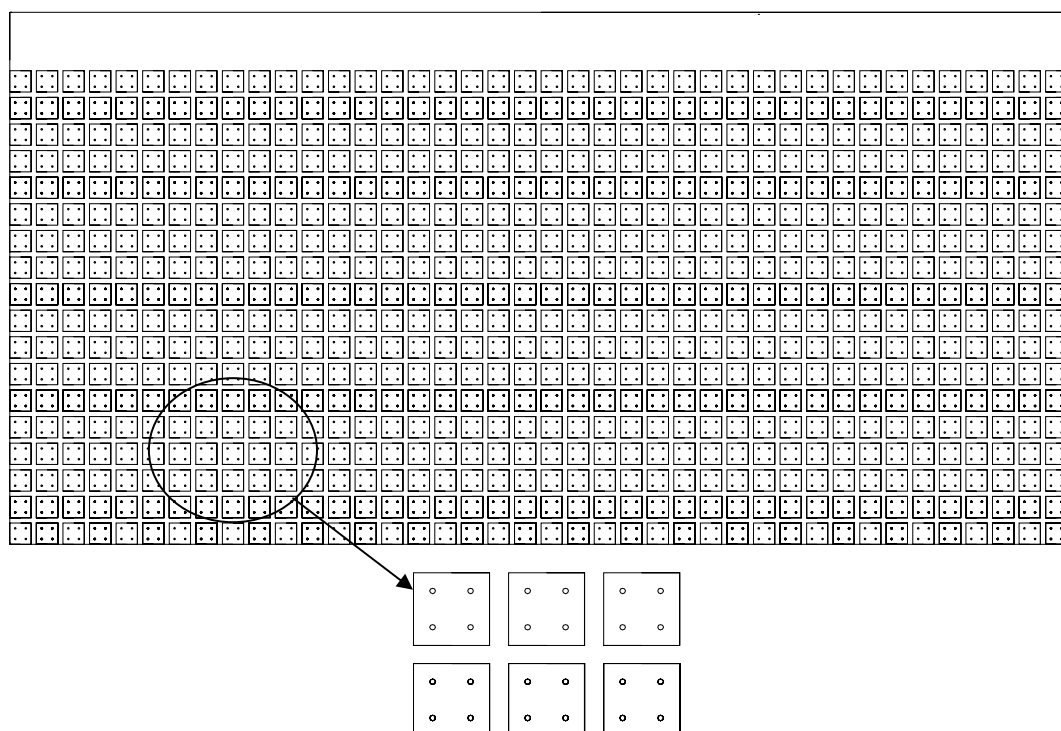
A continuación, se muestra mediante distintos dibujos realizados con Autocad como se han situado cada una de las piezas en el material de partida, siendo las dimensiones para la chapa de 2000x1000mm y para las barras de perfiles de 6m de longitud. Después de distintas pruebas se ha visto que estas eran las mejores formas para lograr minimizar costes.



- Para la pieza en forma de T (P1) se ha logrado que cupiesen 250 piezas en la misma chapa.

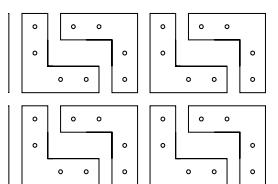
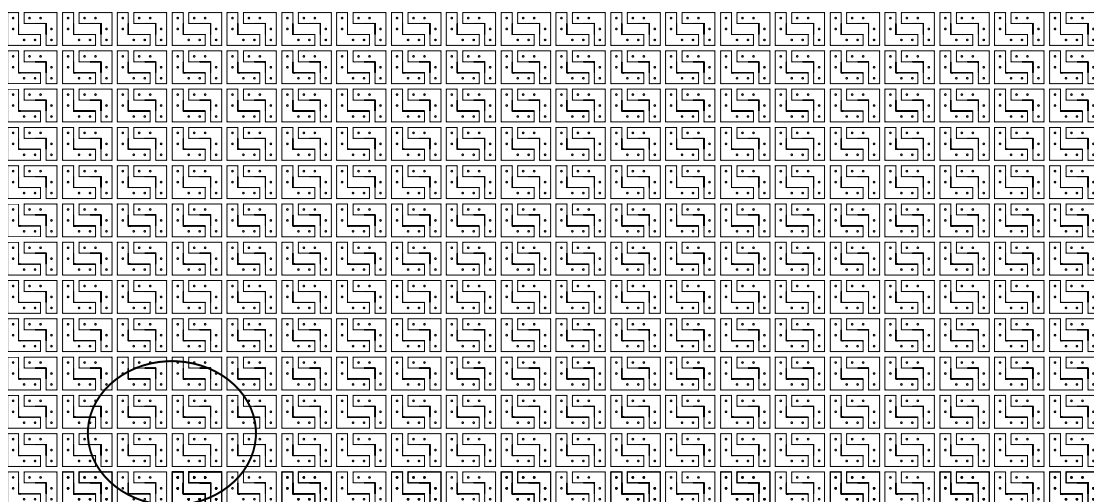


- Para la pieza en forma cuadrada (P2) caben 720 piezas en la misma chapa.

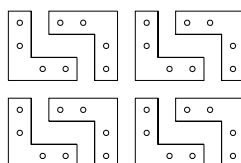
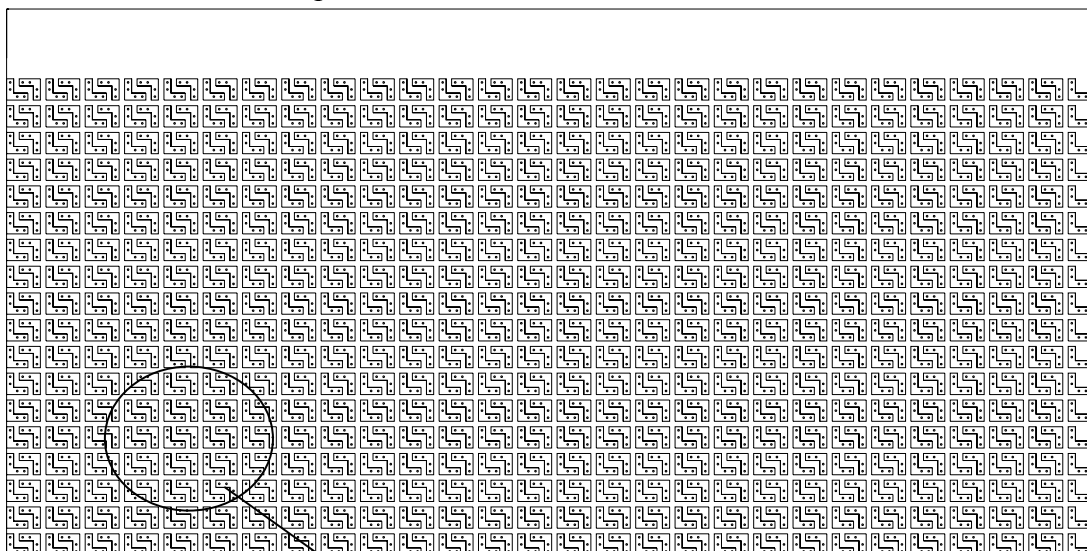




- Para la pieza en forma de L de ancho 20mm (P3) caben 520 piezas en la misma chapa.

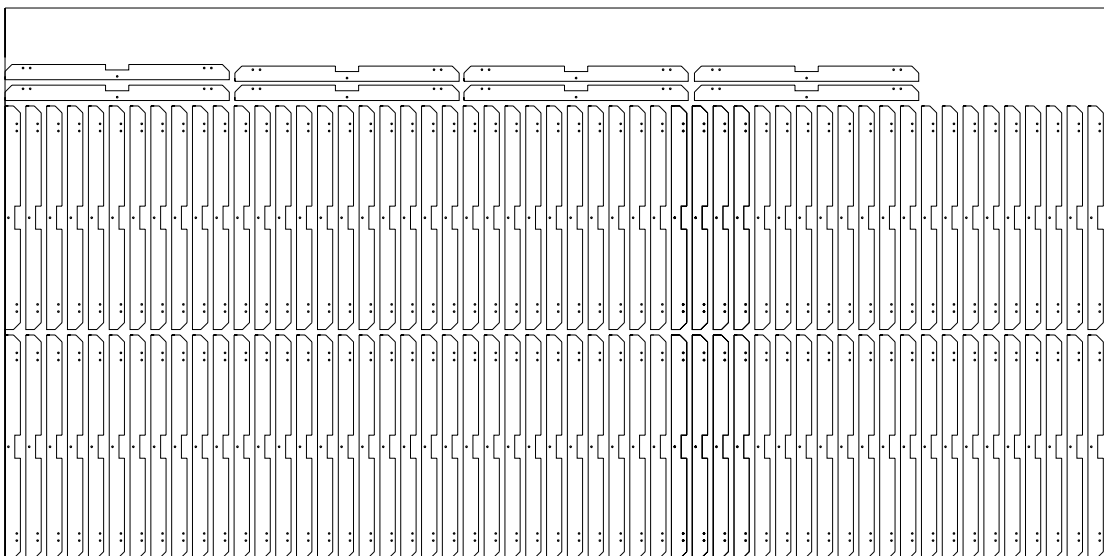


- Para la pieza en forma de L de ancho 13mm (P4) caben 990 piezas en la misma chapa.

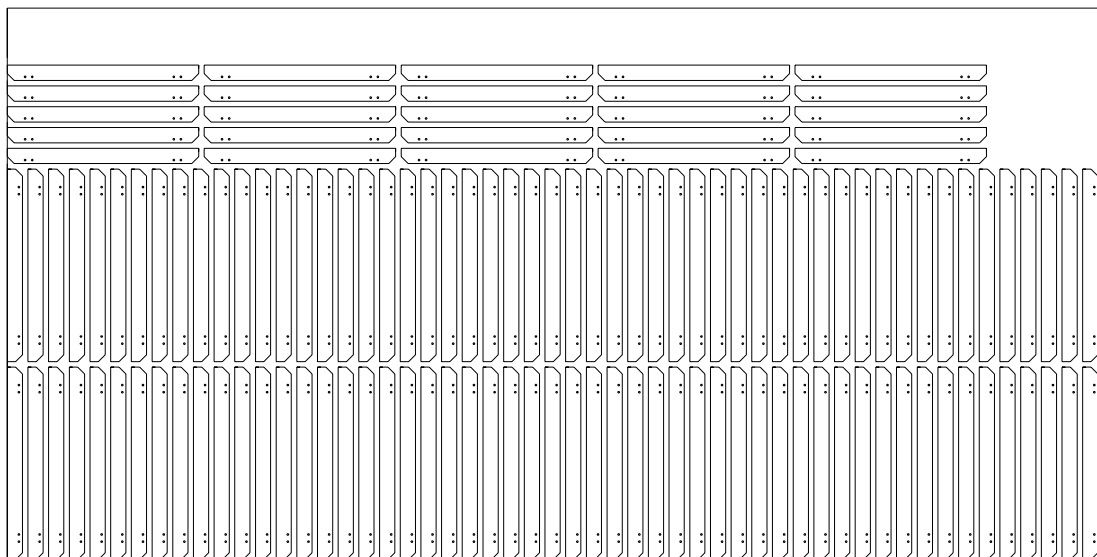




- Para la pieza de la parte de atrás (P5) y de la parte de delante (P6) de la estructura exterior caben 114 piezas. El mismo número de piezas ya que las dos tienen las mismas dimensiones exteriores, solamente varían los agujeros interiores y los rebajos.

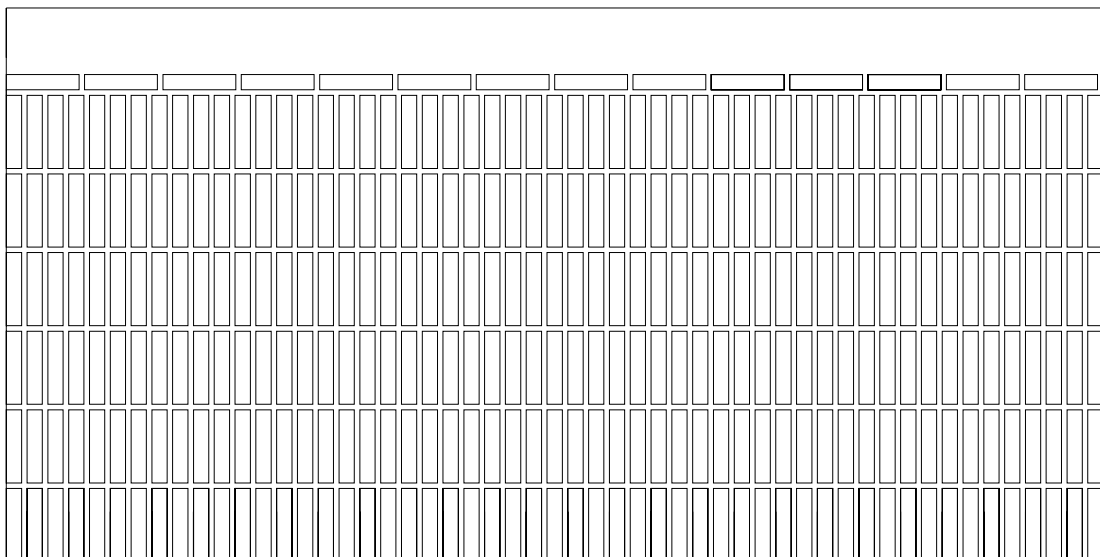


- Para la pieza lateral horizontal de la estructura exterior (P7) caben 131 piezas.

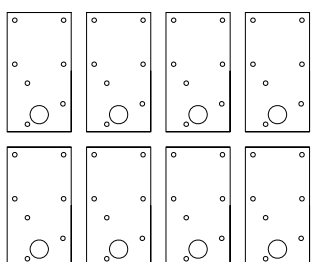
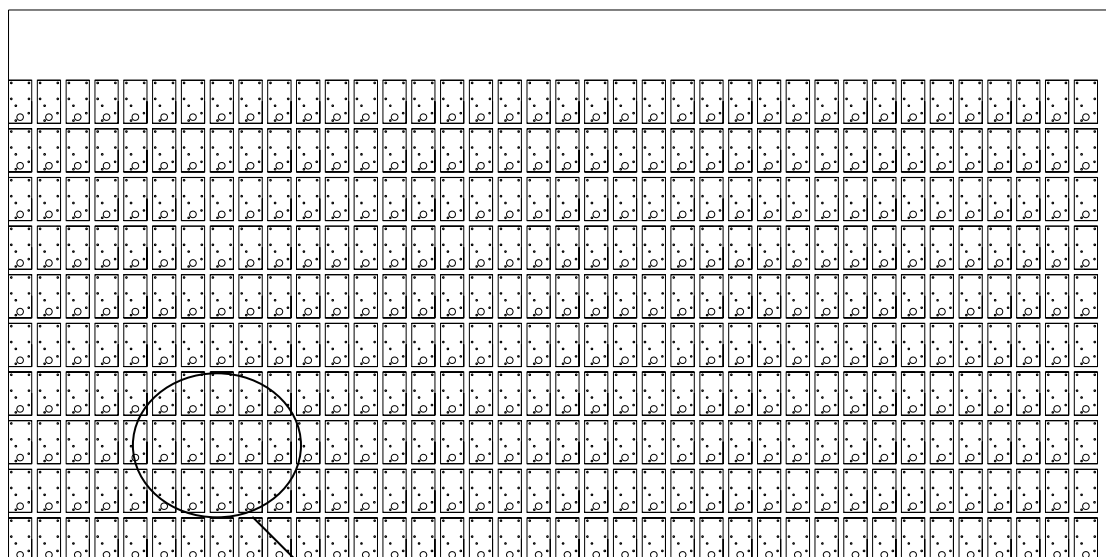




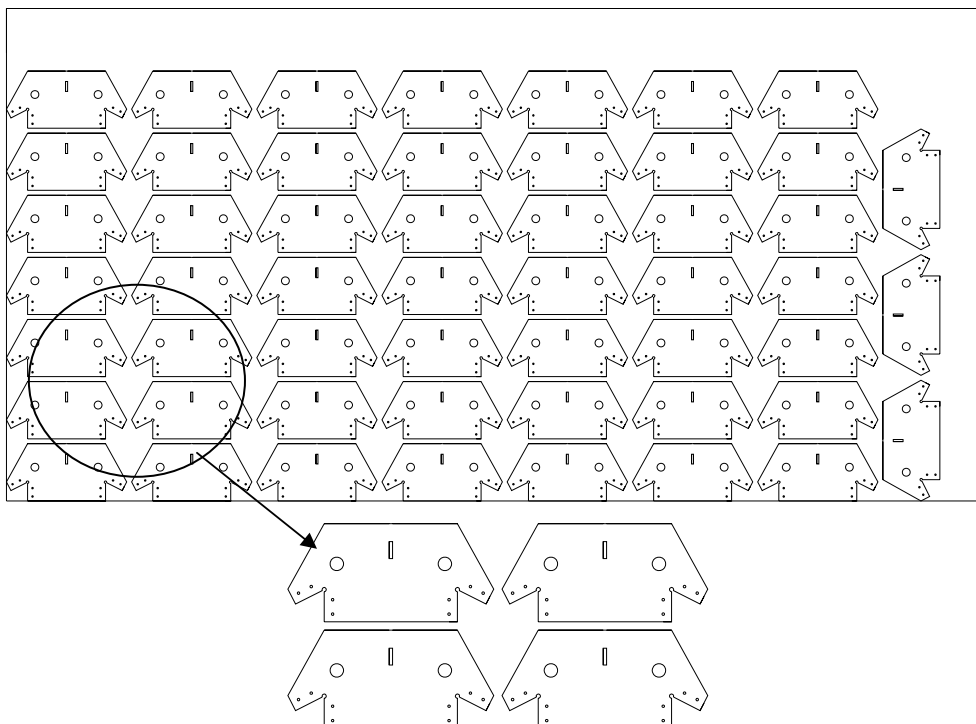
- Para la pieza lateral vertical de la estructura exterior (P8) caben 332 piezas.



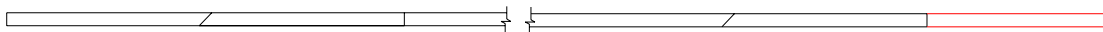
- Para la pieza de soporte del motor (P9) caben 380 piezas en la misma chapa.



- Para la pieza de soporte de la webcam (P10) caben 52 piezas en la misma chapa.



- Para la pieza del asa horizontal (P16) caben 18 piezas en el mismo perfil y el material sobrante es el que se ve en color rojo (294mm).



En este caso como se tiene piezas cortadas a un ángulo de 45°, se colocan de manera que dos piezas consecutivas se unan por esta arista para aprovechar al máximo el material y facilitar la fabricación.

Para la pieza de asa vertical se utiliza la misma metodología y caben 14 piezas en un mismo perfil.

Para la resta de las piezas que utilizan perfiles como no tienen extremos cortados a un cierto ángulo, sino que son extremos rectos lo que se ha hecho es dividir la longitud de la pieza comprada (6 metros) entre la longitud de una pieza para conocer el número de piezas que caben en el perfil, como resultado se tiene que:

- Para la pieza que da consistencia a la tapa (P11) caben 15 piezas.
- Para la pieza de elevación para el portátil (P12) caben 150 piezas por perfil.



- Para el soporte de la rueda giratoria (P13) y la pieza de soporte del motor (P14) caben 19 piezas.
- Para la pieza de soporte de la webcam (P17) caben 6 piezas.
- Para la pieza que sirve de unión entre distintas piezas de la estructura (P18) caben 50 piezas.

El número de piezas que caben en las planchas de PVC negro de dimensiones 420 x 594 (DIN-A2) son:

- Para la pieza de la parte de delante (P19), la pieza de la parte de atrás (P20), la pieza lateral derecha (P22) y la pieza lateral izquierda (P23) caben 3 piezas por chapa.
- Para la pieza de la tapa (P21) sólo cabe una pieza por chapa.

Para construir las ruedas motrices (P26) se parte de un bloque de aluminio de 6m de longitud, conociendo que cada rueda incluyendo el eje tiene un espesor de 20.5, se tiene que caben 292 piezas.

De este apartado se puede extraer el número de piezas que caben en cada material, y como el precio del material de partida ya se conoce se puede obtener el precio por cada pieza, esto se refleja en el documento de presupuesto.



2.2. OPERACIONES

2.2.1. INTRODUCCIÓN

Para llegar a obtener la mayoría de las piezas diseñadas para la realización del robot, se ha optado por la conformación de chapa, es decir, que a partir de una chapa metálica y mediante distintas acciones que provocamos sobre ella se transforma en una pieza con unas formas y dimensiones deseadas. Esta elección se hace porque comparando con otros procesos éste es el que resulta más económico y rápido, dos condiciones que este proyecto deben cumplir.

La experiencia nos dice que si comparamos el tiempo que se tarda en hacer una pieza mediante arrancamiento de viruta respecto una pieza mediante conformación de chapa, la relación es de 20 a 30 veces mayor mediante arrancamiento de viruta.

Las acciones que se provocan sobre la chapa y que permiten obtener las piezas deseadas se realizan mediante la aplicación de las siguientes técnicas, actuando de forma conjunta o independientemente dependiendo de la pieza a fabricar. Estas técnicas son:

- Punzonado
- Plegado
- Taladrado

También hay piezas que se realizan a partir de piezas de perfiles.

2.2.2. PUNZONADO

Es un proceso que consiste en partir de una chapa metálica que situada encima de una matriz y mediante la acción de un punzón se provoca una separación de material consiguiendo en la chapa la forma deseada. El punzón consigue cortar la pieza realizando presión sobre ella, dependiendo de las formas que se deseen conseguir hay distintos tipos de punzones.

Para realizar una trayectoria cerrada mediante punzonamiento se consigue realizando esta operación a lo largo de la trayectoria y donde los agujeros provocados están unos muy cerca de los otros.

La máquina que hemos utilizado para hacer estas piezas en el laboratorio es de control numérico, esto significa que tan solo cambiando el programa de control se modifica la secuencia de corte y se obtienen piezas diferentes.

Se ha utilizado este proceso para la gran mayoría de las piezas que conforman el robot: piezas de la estructura exterior, el soporte de la webcam, el soporte del motor y las piezas de sujeción.



Una vez realizada esta operación las piezas están listas para el siguiente paso, el plegado, el cual se explica detalladamente en el siguiente apartado.

2.2.3. PLEGADO

Es un proceso de conformación por deformación que consiste en plegar una pieza que originalmente es plana para darle la forma deseada. Cuando se lleva a cabo esta operación se tiene que tener en cuenta principalmente tres factores:

- 1) En primer lugar y debido a que en el material se produce cierta recuperación elástica en cuanto se le deja de aplicar la fuerza externa de plegado para volver a su posición original, se le tiene que aplicar un incremento al ángulo de plegado para contrarrestar esta recuperación. Éste aumento del ángulo se le llama ángulo de recuperación elástica (β) y depende de la clase y dureza del material como de su grado de deformación.
- 2) Se tiene que conservar un radio interior mínimo, el cual depende del espesor de la chapa para evitar la aparición de grietas en la pieza. Estos valores están especificados en tablas.
- 3) Por último se ha de prestar atención a los esfuerzos que se generan mientras se dobla una pieza, aparecen esfuerzos de tracción en su parte externa mientras que en la parte interna estos esfuerzos son de compresión, esto se traduce en un alargamiento en las fibras más externas y un encogimiento en las más internas. Por lo tanto al proyectar y acotar la pieza a plegar se tiene que tener en cuenta este fenómeno para determinar la dimensión correcta de la pieza que se quiere obtener para conseguir los resultados esperados.

Para realizar los cálculos para su dimensionamiento se utilizan los parámetros aquí detallados (ver fig. 1).



$$a = A - R_{ext}$$

$$b = B - R_{ext}$$

$$L = a + b + c$$

$$R_n = \frac{2 \cdot c}{\pi}$$

c = longitud de l'arc que
forma R_n

$$c = R_n \cdot \text{angle} \cdot \pi$$

*angle en radians

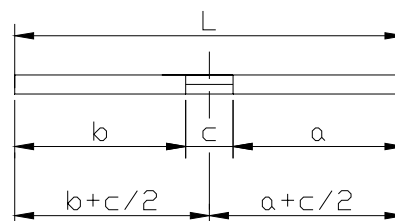
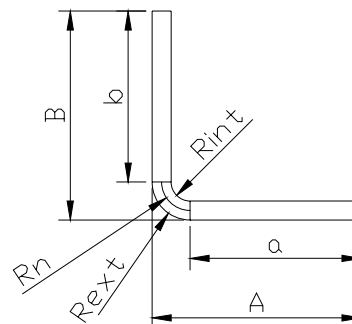


Figura 1. Relaciones a seguir para el cálculo de los distintos pliegues.

Se ha utilizado esta técnica para las piezas de la estructura exterior, en el soporte del motor y de la webcam.

A continuación se muestran los cálculos y el procedimiento empleado para llegar a plegar las piezas en L y el soporte de la webcam.

2.2.3.1. PRIMER EJEMPLO

- Piezas plegadas en L

Estas piezas sólo requieren una operación de plegado a 90°C (línea de color naranja mostrada en la fig.2) siendo el espesor de las piezas a utilizar de 1.5mm. Antes de aplicar las fórmulas mostradas en la fig. 1, se ha de calcular el radio mínimo (apartado 2) porque de este parámetro dependerá el perfil de la matriz a utilizar.

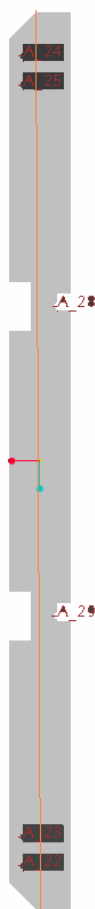


Figura 2. Se muestra la pieza a plegar con la línea de plegado (color naranja)

Los distintos tipos de matrices de que se dispone en el laboratorio de mecánica para un espesor de 1.5 son los correspondientes mostrados a la tabla 1.

e	1.5	1.5	1.5
V	9	16	25
Hmin	7	11	18
Rint	1	1	1.5
Rext	2.5	2.5	3
Rn	1.53	1.72	1.62
C	2.4	2.70	2.54

Tabla 1. Valores de distintos parámetros para distintas matrices

Para el aluminio, que es el material que se utiliza en estas piezas, la expresión a utilizar es:

$$R_{int} \geq e \cdot 0.6 \geq 1.5 \cdot 0.6 \geq 0.9$$



Siendo

e = espesor

0.6 = constante extraída de tablas para el caso concreto del aluminio

En este caso, este factor no es restrictivo ya que los radios interiores de los que se dispone en la máquina del laboratorio, como se puede ver en la tabla 1, son mayores que el resultado obtenido en la fórmula anterior (0.9): 1, 1 y 1.5.

El segundo parámetro que se debe mirar es el H_{min} , el cual determina la longitud mínima que tiene que haber entre la línea de plegado y el extremo de la chapa para que de este modo la chapa esté, a lo largo de todo el proceso, apoyada en la matriz. Se calcula la línea de plegado para cada matriz y se tiene que para el caso de la matriz de $V=25$ la línea de plegado respecto el extremo es de 13.27mm, inferior a la $H_{min}=18$ mm, lo cual significa que no se puede utilizar ya que la chapa sólo estaría apoyada desde el inicio en un extremo del perfil. Para el perfil de $V=16$ se ve que la distancia es de 13.85mm respecto el extremo y que por tanto es una posible solución ya que es superior a su H_{min} . Por último para la $V=9$ se tiene una distancia de 13.7mm con lo cual también es una posible matriz a utilizar.

El parámetro que finalmente nos hace decantar hacia una solución es que aumentando el tamaño de la V la fuerza de plegado disminuye, por lo que finalmente se ha elegido la $V=16$.

Los valores de las líneas de plegado para cada matriz se han realizado de la misma manera que los que se mostrarán a continuación para calcular los distintos plegados de las piezas.

Los valores de la matriz que se utilizaran son los de la tabla 2.

e	1.5
V	16
Hmin	11
Rint	1
Rext	2.5
Rn	1.72
C	2.70

Tabla 2. Valores de los parámetros del perfil utilizado en los cálculos.

El valor de C sólo sirve si el ángulo de pliegue es de 90° . En el ejemplo 2 se realiza esta operación para un ángulo distinto de 90° .



La pieza acotada con las dimensiones iniciales sin tener en cuenta el plegado es la que se muestra en la fig. 3.

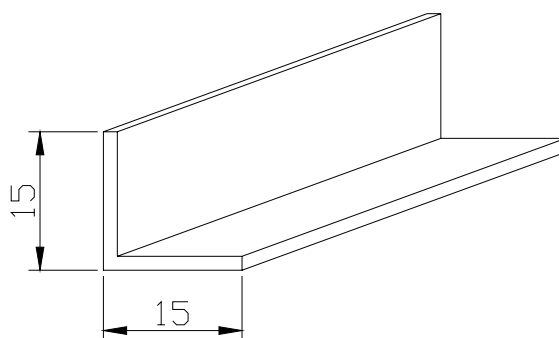


Figura 3. Pieza con las dimensiones que se quieren conseguir mediante el plegado

Aplicando las fórmulas mostradas en la figura 1 y deseando obtener el resultado de la figura 3 queda que:

$$\begin{aligned}a &= A - R_{\text{ext}} = 15 - 2.5 = 12.5 \text{ mm} = b \\c &= R_n \cdot \text{angle} = 1.72 \cdot (\pi/2) = 2.70 \text{ mm} \\L &= a + b + c = 12.5 + 12.5 + 2.70 = 27.7 \text{ mm}\end{aligned}$$

Una vez se conocen los parámetros geométricos de la pieza, lo que realmente importa es acotar la distancia del centro de plegado respecto, en este caso, de un extremo de la pieza.

$$d1 = a + c/2 = L/2 = 13.85 \text{ mm}$$

La línea de plegado es la misma en todas las piezas en forma de L que se utilizan en la estructura ya que independientemente de su longitud, las dos partes de pieza que quedan después de hacer el pliegue tienen la misma anchura.

La pieza queda finalmente acotada de la forma indicada en la fig. 4 (la cota del extremo de la pieza hasta la línea de plegado esta en color azul):

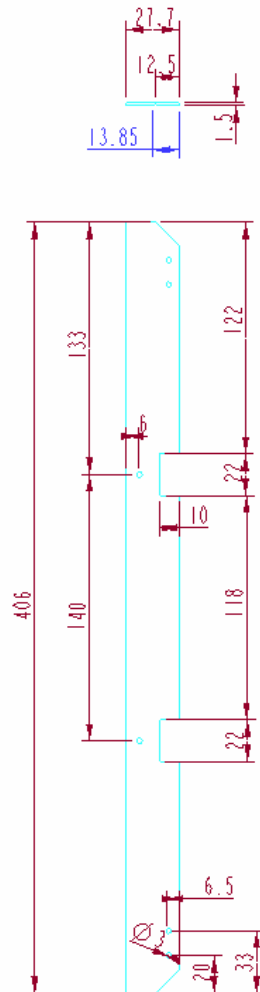


Figura 4. Pieza acotada

2.2.3.2. SEGUNDO EJEMPLO

Soporte de la webcam

En esta pieza se tiene que hacer tres pliegues, dos a 90° ($\Pi/2$ Rad.) y otro a 116.79° (2.0378 Rad.). A efectos de cálculo esto se traduce en tener que calcular dos veces la C , una para cada pliegue. En estas piezas se utiliza un espesor de 2mm y los parámetros de la matriz utilizados esta vez corresponden a los valores que hay en la tabla 3 (el procedimiento para elegir la matriz idónea es el mismo que hemos realizado para la pieza en L).



e	2
V	25
Hmin	18
Rint	2.5
Rext	4.5
Rn	3.10
C	5.25

Tabla 3. Valores de los parámetros del perfil utilizado en los cálculos.

La C para el corte distinto de 90° será:

$$C = Rn * \text{ángulo} = 3.10 * 2.0378 = 6.3189\text{mm}$$

La pieza acotada con las dimensiones iniciales sin tener en cuenta el plegado corresponde a la figura 5.

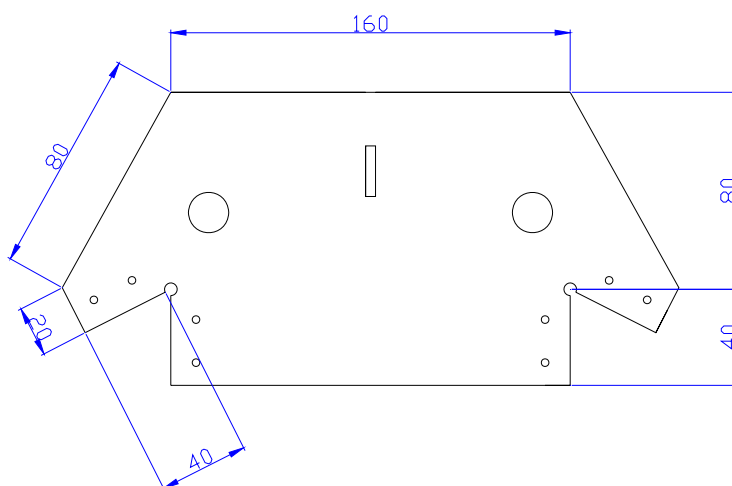


Figura 5. Pieza con las dimensiones que se quieren conseguir mediante el plegado.

Primer pliegue:

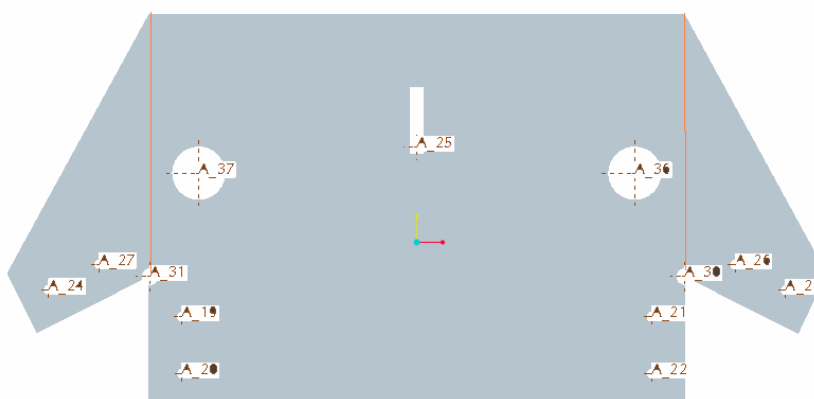


Figura 6. Se muestra la pieza a plegar con las primeras líneas de plegado (color naranja)



Se hará el pliegue que esta marcado con las líneas naranjas (ver fig. 6), al ser una pieza simétrica se puede calcular el pliegue de un extremo y el otro es idénticamente igual. El pliegue ha de realizarse a 90° y por lo tanto los cálculos realizados son:

$$\begin{aligned}a &= A - R_{\text{ext}} = 160 - 4.5 = 155.5\text{mm} \\b &= B - R_{\text{ext}} = 40 - 4.5 = 35.5\text{mm} \\C &= 5.25\text{mm} \\L &= a + b + c = 155.5 + 35.5 + 5.25 = 196.25\text{mm}\end{aligned}$$

La distancia del pliegue al extremo de la pieza es de:
 $D2 = b + c/2 = 38.125\text{mm}$

Segundo pliego:

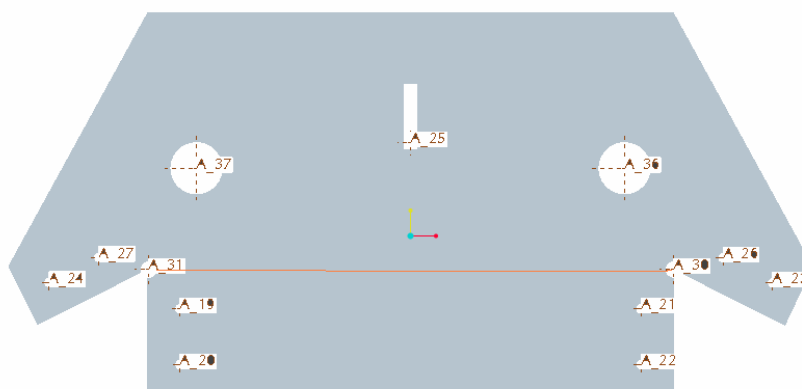


Figura 7. Se muestra la pieza a plegar con la segunda línea de plegado (color naranja)

$$\begin{aligned}a &= A - R_{\text{ext}} = 80 - 4.5 = 75.5\text{mm} \\b &= B - R_{\text{ext}} = 40 - 4.5 = 35.5\text{mm} \\C &= 6.3189\text{mm} \\L &= a + b + c = 75.5 + 35.5 + 6.3189 = 196.25\text{mm}\end{aligned}$$

La distancia del pliegue al extremo de la pieza es de:
 $D3 = b + c/2 = 38.07\text{mm}$

Para llegar a determinar el ángulo necesario en este segundo pliegue, se hizo un análisis mediante diversas pruebas empíricas, realizando un modelo de la estructura del robot con cartón y variando distintos parámetros (altura del soporte de la webcam, inclinación de este...) hasta llegar a la inclinación idónea a fin de obtener el campo de visión deseado para esta aplicación.

Se tiene que prestar atención a cómo se escoge el plegado que se quiere hacer y cómo después se calcula la línea de plegado ya que esto comportará que la acotación de



la línea de plegado sea respecto un extremo u otro de la pieza o respecto una línea de simetría...

La pieza finalmente acotada se muestra en la fig. 8.

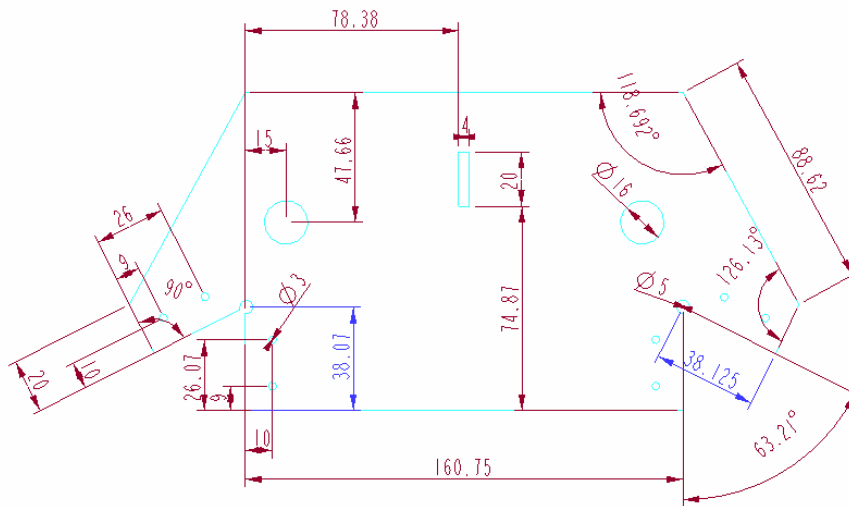


Figura 8. Pieza que muestra la línea de plegado acotada (cota azul)

2.2.4. TALADRADO

Es un proceso de conformación por arrancamiento de viruta que utiliza una herramienta que gira y avanza en la dirección de su eje de giro. El resultado obtenido es un agujero cilíndrico.

Se ha utilizado este método para la realización del agujero perpendicular al eje del motor, ya que el agujero horizontal centrado al eje se realiza mediante torneado. Se ha hecho de forma automática mediante la máquina de centro de mecanizado que se dispone en el laboratorio de mecánica. Es de control numérico y por lo tanto se le da las instrucciones mediante un programa, el cual decide dependiendo de la operación a realizar en la pieza (contorneado, planeado...) las herramientas a utilizar, su velocidad de giro... Todas las herramientas están dispuestas mediante un sistema de fijación llamado revolver que el programa lo hace girar para que trabaje una herramienta en concreto. En este proyecto la herramienta utilizada ha sido una broca para realizar un agujero cilíndrico. Esta broca tenía que cumplir que fuera suficientemente larga para que pudiera llegar a la zona dónde se tenía que realizar el agujero vigilando que no interfiriera con la rueda.

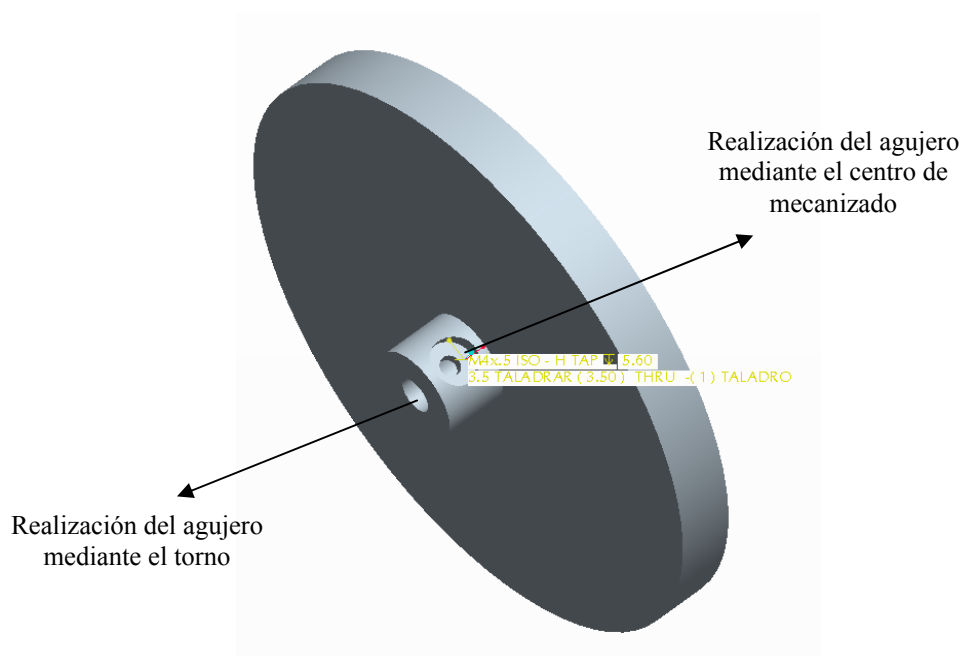


Figura 9. Rueda con su eje que muestra el agujero a realizar mediante el taladro



2.3. UBICACIÓN DE LA PLACA ELECTRÓNICA

Debido a que se necesitan instalar diversos componentes para que el robot pueda realizar su función se tiene que estudiar cómo estos se sitúan para que puedan caber todos en el espacio más reducido posible y de forma que no interfieran entre ellos. De esta manera se ha decidido situar la parte de delante del ordenador portátil encima de una pieza de perfil rectangular, para dejarlo horizontal ya que va ensamblado con una batería con parte inferior inclinada. Así se consigue obtener un espacio vacío donde se puede situar el circuito de control.

En las siguientes figuras (10 y 11) se muestra la zona disponible para la ubicación del circuito de control con respecto a la resta de los elementos que integran el robot.

En la figura 11 se aprecia que la placa debe cumplir con una altura mínima ya que sino se provocaría una interferencia entre los objetos, cosa que en nuestro caso no es un inconveniente ya que la altura de la placa nunca llega a la altura mínima de la que se dispone. Otra cosa que se tuvo en cuenta es que por los extremos de este espacio hay dos piezas con una cierta altura que evitan que elementos de la placa sobresalgan por estos lados.

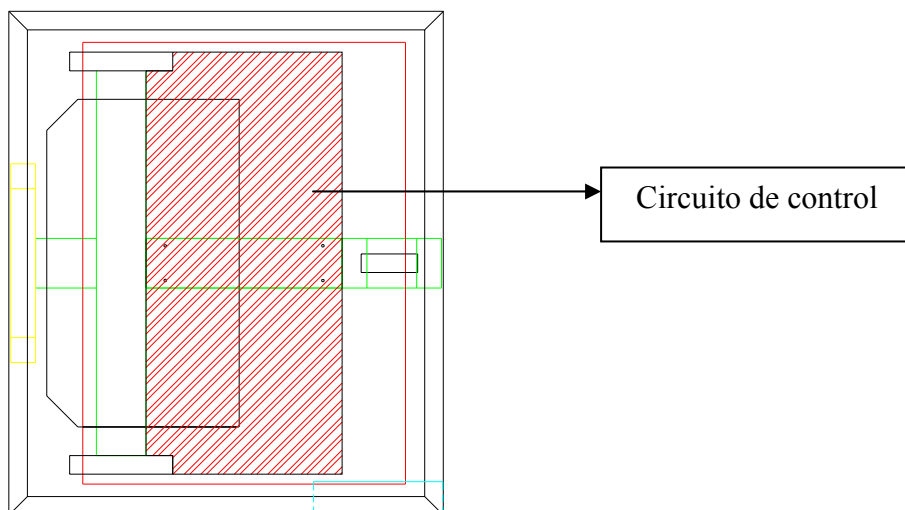


Figura 10. Vista en planta del robot que muestra el espacio para colocar el circuito de control (rallado de color rojo).

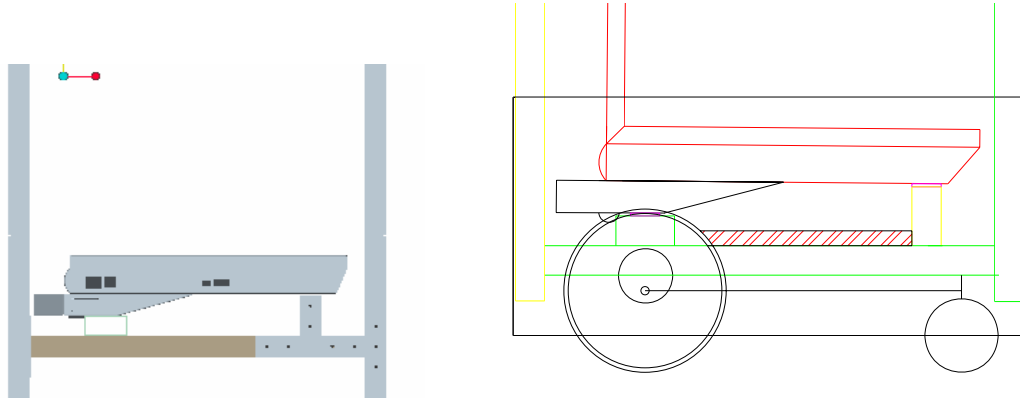


Figura 11. Vista en alzado del robot que muestra la altura disponible para situar el circuito de control (izquierda: dibujo pro-engineer, derecha: dibujo con Autocad)

En la figura 12 se muestran las dimensiones del espacio disponible (rallado rojo) y la ubicación exacta de la placa (rallado morado) con los cuatro agujeros por donde esta se fija con la estructura.

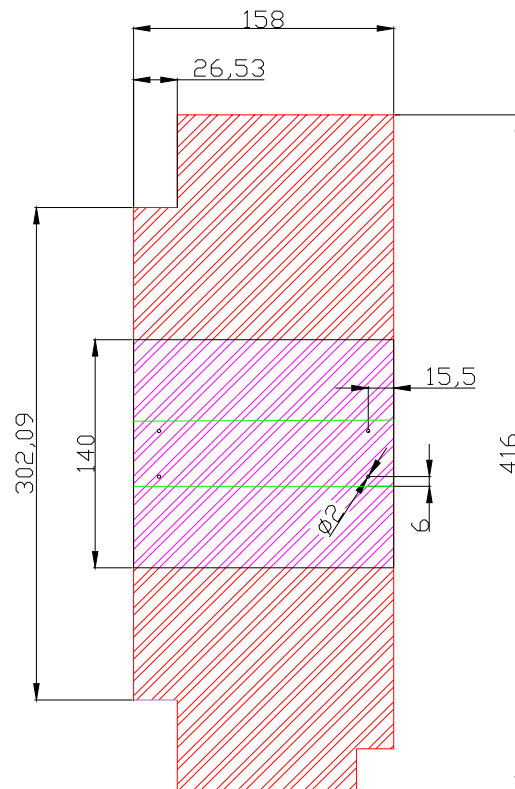


Figura 12. Ubicación y dimensiones de la placa electrónica



La placa electrónica diseñada para esta aplicación tiene el siguiente aspecto (fig. 13).

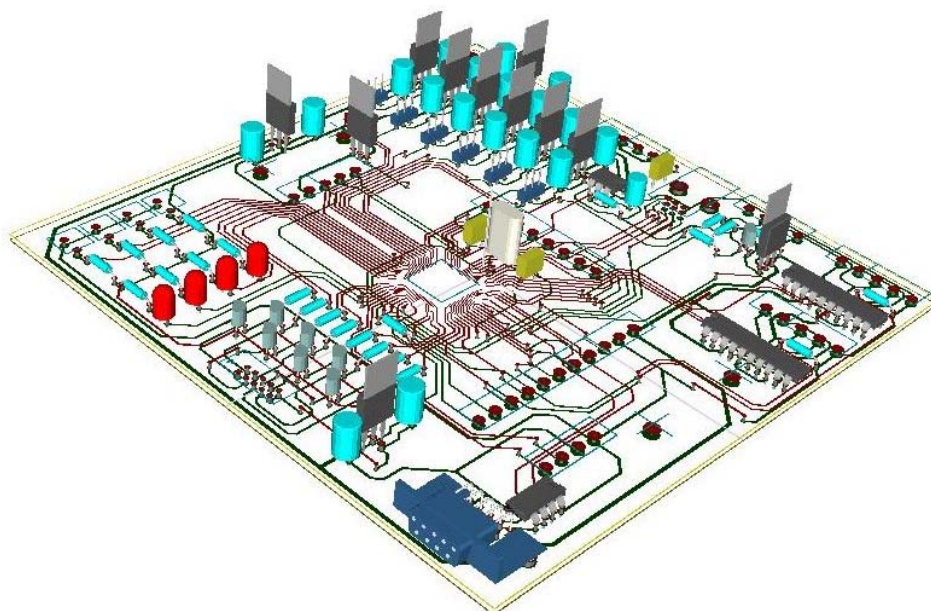


Figura 13. Modelo de la placa electrónica utilizada en este proyecto

Por último se muestra la fotografía 14 donde se puede ver realmente como encaja el componente en la estructura, de qué elementos esta formado y sus dimensiones respecto a la resta de piezas.

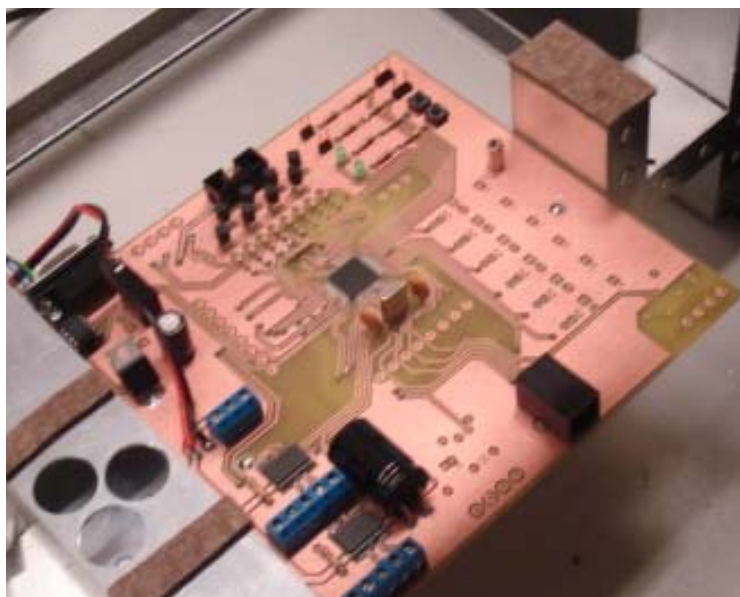


Figura 14. Implementación final



2.4. ESTUDIOS REALIZADOS MEDIANTE MAQUETAS

Para llegar a conocer algunos parámetros que determinan la posición relativa entre distintas piezas de la estructura o sus características se tuvieron que hacer distintas pruebas con maquetas, hechas de cartón.

Uno de los parámetros que se determinó mediante pruebas empíricas fue la altura a la que se tenía que situar el asa horizontal (P16) para que se pudiera abrir completamente la pantalla del ordenador portátil situado en el interior de la estructura. Este valor está relacionado con la longitud del asa vertical (P15) y con los agujeros que se deben realizar a las piezas de soporte de la webcam (P17).

En las fotografías 15, 16 y 17 se puede ver la maqueta que se realizó para obtener esta información. Se utilizó cajas de cartón, celo y un metro. La caja exterior simulaba ser la estructura exterior del robot, en el interior se situaron dos cajas, las alturas de las cuales correspondían con los dos puntos de apoyo del portátil, uno encima de la batería y otro en la pieza P13 de la estructura inferior. De este modo se situó el ordenador encima y se abrió la tapa, con la ayuda del metro enganchado en una madera vertical larga se obtuvo el valor deseado.



Figura 15. Maqueta realizada con cartón para averiguar la longitud que debía tener el asa vertical (P15) para poder situar el asa horizontal (P16).



Figura 16. En esta otra fotografía se observa la disposición en el interior de la maqueta, se utilizaron cajas que simulaban los puntos de apoyo del ordenador.



Figura 17. El resultado que se obtuvo al aplicar este valor fue satisfactorio



Otro parámetro extraído mediante la realización de estudios prácticos fue la altura y el grado de inclinación con el que se tenía que situar la webcam para conseguir el campo de visión deseado. Esto se hizo aprovechando la maqueta anterior y en la cual se añadieron dos barras de perfil cuadrado en uno de sus laterales (en la fig. 2 se pueden ver los agujeros realizados para introducir estas barras). En medio de estas barras se iba desplazando un trozo de cartón que simulaba ser la pieza de soporte de la webcam (P10) y probando distintas inclinaciones. La webcam estaba situada encima de esta pieza de cartón y a medida que se variaban los parámetros se veía el campo de visión que se obtenía, esta metodología se reiteraba hasta encontrar el campo de visión óptimo para la aplicación en cuestión.



2.5. LISTADO DE LA MÁQUINARIA UTILIZADA PARA LA FABRICACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL ROBOT

En este apartado se hace una relación de todas las máquinas utilizadas para la fabricación de cada una de las piezas de la estructura del robot. Durante la fase de diseño se ha considerado las capacidades y características de éstas máquinas ya que las piezas una vez diseñadas se deben de poder construir con esta maquinaria en concreto.

El listado de las máquinas es el que se refleja en la tabla 1, donde se especifica la marca, el modelo y le nº de serie de cada una de ellas.

DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	Nº SERIE
Centro de mecanizado	HARDINGE	VMC1000II	NVCA1D0073
Punzonadora	EUROMAC	BX750/30	BX 152202A
Sierra de cinta	BELFLEX	BF-275-SSC	2060102
Plegadora	NARGESA	1000mm x 35Tn	810110503MP
Torno CNC	PINACHO	Mustang 225x1000	46123
Taladro de mano eléctrico	AEG	SBE 630 R	9482
Taladro de mano (batería)	HITACHI	DS14DVF3	950327
Remachadora	STANLEY	MR99	-

Tabla 4. Listado de las máquinas utilizadas en la fabricación de las piezas

Universitat de Lleida
Escola Politècnica Superior
Enginyeria Tècnica Industrial, especialitat en Mecànica

Projecte de final de carrera
(Volumen 2: Plànols, Pliego de condicions i Pressupost)

Diseño de un robot móvil para aplicaciones docentes

Autora: Davinia Font Calafell
Director: Jordi Palacín Roca
Junio 2008



Planos

DISEÑO DE UN ROBOT MÓVIL PARA
APLICACIONES DOCENTES
Davinia Font Calafell



pág. 1 de 38

3. PLANOS



ÍNDICE PLANOS

3. PLANOS	1
PLANO DE CONJUNTO	P0.1
PLANO DE CONJUNTO (VISTAS CORTADAS)	P0.2
PLANO DE LA ESTRUCTURA INFERIOR	P0.3
PLANO DE LA ESTRUCTURA EXTERIOR	P0.4
PLANO DE LA TAPA	P0.5
PIEZA DE UNIÓN EN FORMA DE T	P1
PIEZA DE UNIÓN DE FORMA CUADRADA	P2
PIEZA DE UNIÓN EN FORMA DE L (ancho=20mm)	P3
PIEZA DE UNIÓN EN FORMA DE L (ancho=13mm)	P4
PLANO DE DESARROLLO DE LA PIEZA DE LA PARTE DE ATRÁS DE LA ESTRUCTURA EXTERIOR	P5.1
PIEZA DE LA PARTE DE ATRÁS DE LA ESTRUCTURA EXTERIOR	P5.2
PLANO DE DESARROLLO DE LA PIEZA DE LA PARTE DE DELANTE DE LA ESTRUCTURA EXTERIOR	P6.1
PIEZA DE LA PARTE DE DELANTE DE LA ESTRUCTURA EXTERIOR	P6.2
PLANO DE DESARROLLO DE LA PIEZA LATERAL EN POSICIÓN HORIZONTAL DE LA ESTRUCTURA EXTERIOR	P7.1
PIEZA LATERAL EN POSICIÓN HORIZONTAL DE LA ESTRUCTURA EXTERIOR	P7.2
PLANO DE DESARROLLO DE LA PIEZA LATERAL EN POSICIÓN VERTICAL DE LA ESTRUCTURA EXTERIOR	P8.1
PLANO DE LA PIEZA LATERAL EN POSICIÓN VERTICAL DE LA ESTRUCTURA EXTERIOR	P8.2
PLANO DE DESARROLLO DE LA PIEZA DEL SOPORTE DEL MOTOR	P9.1
PIEZA DEL SOPORTE DEL MOTOR	P9.2
PLANO DE DESARROLLO DE LA PIEZA DEL SOPORTE DE LA WEBCAM	P10.1
PIEZA DE SOPORTE DE LA WEBCAM	P10.2
PIEZA QUE DA CONSISTENCIA A LA TAPA	P11
PIEZA QUE FACILITA LA ELEVACIÓN DE LA PARTE DE DELANTE DEL ORDENADOR PORTÁTIL	P12
PIEZA DE SOPORTE DE LA RUEDA GIRATORIA	P13
PIEZA DE SOPORTE DEL MOTOR	P14
PIEZA EN POSICIÓN VERTICAL QUE FORMA LA ESTRUCTURA DEL ASA	P15
PIEZA EN POSICIÓN HORIZONTAL QUE FORMA LA ESTRUCTURA DEL ASA	P16
PIEZA DE LA PARTE DE DELANTE DEL ROBOT	P17
PIEZA CUADRADA QUE SIRVE DE UNIÓN ENTRE DISTINTAS PIEZAS	P18
PIEZA DE CHAPA DE PVC DE LA PARTE DE DELANTE DE LA	



DISEÑO DE UN ROBOT MÓVIL PARA
APLICACIONES DOCENTES
Davinia Font Calafell



Planos

pág. 3 de 38

ESTRUCTURA EXTERIOR	P19
PIEZA DE CHAPA DE PVC DE LA PARTE DE ATRÁS DE LA ESTRUCTURA EXTERIOR	P20
PIEZA DE CHAPA DE PVC PARA LA TAPA	P21
PIEZA DE CHAPA DE PVC DE LA PARTE LATERAL DERECHA DE LA ESTRUCTURA EXTERIOR	P22
PIEZA DE CHAPA DE PVC DE LA PARTE LATERAL IZQUIERDA DE LA ESTRUCTURA EXTERIOR	P23
PLANO DE LA RUEDA MOTRIZ	P27



DISEÑO DE UN ROBOT MÓVIL PARA
APLICACIONES DOCENTES
Davinia Font Calafell



Pliego de condiciones

Página 1 de 12

4. PLIEGO DE CONDICIONES



ÍNDICE PLIEGO DE CONDICIONES

4. PLIEGO DE CONDICIONES	
4.1. OBJETIVO DEL PLIEGO DE CONDICIONES	3
4.2. MATERIALES ESTRUCTURALES	3
4.2.1. ALUMINIO	3
4.2.2. PVC	3
4.2.3. MATERIAL ANTIVIBRATORIO	4
4.3. COMPONENTES DE COMPRA	4
4.3.1. REMACHES	4
4.3.2. TORNILLERÍA	5
4.3.3. HOJA DE CARACTERÍSTICAS DE LOS DISTINTOS ELEMENTOS COMPRADOS	5



4.1. OBJETIVO DEL PLIEGO DE CONDICIONES

El presente pliego de condiciones tiene por finalidad nombrar las características de cada uno de los materiales y componentes comprados y ver que estos cumplen con la normativa correspondiente.

4.2. MATERIALES ESTRUCTURALES

El punto 4.2. se divide en distintos subapartados referidos a los distintos materiales estructurales utilizados en la construcción del robot: aluminio, PVC y material antivibratorio.

4.2.1. ALUMINIO

La estructura esta construida, casi en su totalidad, con aluminio. Se ha usado este material pero en distintas formas. Mediante chapa de distintos espesores (0.5, 1.5 y 2mm), perfiles rectangulares, perfiles cuadrados y perfiles en L, todo ellos con un espesor de 1.5mm.

El aluminio es un material de baja densidad y alta resistencia a la corrosión. Mediante aleaciones se puede conseguir que adquiera una alta resistencia mecánica. Además, es buen conductor de la electricidad, se mecaniza con facilidad y es relativamente barato.

El aluminio, en todos los casos, corresponde a la aleación 1050 que cumple con las siguientes características:

Composición química

Esta aleación esta formada por un 0.25% de Si, 0.40% de Fe, 0.05% de Cu, 0.05% de Mn, 0.05% de Mg, 0.05% de Zn, 0.03% de Ti, 0.03%, 0.05% de V y 99.5% de aluminio.

Características técnicas

Densidad: 2700 Kg. /m³

Carga de rotura (Rm): 80 N/mm²

Alargamiento: 45 %

4.2.2. PVC

El segundo material utilizado es el PVC. Se ha utilizado para envolver la estructura exterior tanto por los laterales como por la parte superior mediante una tapa.

Es el producto de la polimerización del monómero de cloruro de vinilo a policloruro de vinilo, resultando una resina termoplástica muy versátil con la que se



pueden obtener productos rígidos y flexibles. Es un material ligero, impermeable, resistente al fuego, aislante, económico y totalmente reciclable. Sus características son:

Composición química

Es un material formado por un 43% de derivados de petróleo y por un 57% de sal.

Características técnicas

Densidad: 501,09 Kg. /m³

Módulo de elasticidad: 30.000 kgf/cm.

Color: negro

4.2.3. MATERIAL ANTIVIBRATORIO

Este material se coloca entre la estructura inferior y el conjunto formado por el portátil y la batería para evitar que las vibraciones que se producen en las ruedas se transmitan a través de la estructura hasta llegar a los componentes más delicados, componentes informáticos y electrónicos, que conforman el conjunto. Otro lugar donde también se puede encontrar este material entre la pieza de soporte de la webcam y esta. El material utilizado se denomina Vidam VM3 y sus características son:

Composición química

Compuesto de goma de nitrilo/corcho

Características técnicas

Dureza IRHD: 65

Módulo de compresión: 7 N/mm²

Espesor: 3mm

Amortiguación: 0.16 C/Cc

Coefficiente de fricción (seco): 0.6

Presión estática máxima (MSP): 0.5N/mm²

Todos los materiales cumplen con la normativa correspondiente, así lo acreditan los fabricantes mediante certificados.

4.3. COMPONENTES DE COMPRA

Al igual que los materiales utilizados, todos los componentes comprados también cumplen con la normativa aplicable. Esto lo especifica el propio fabricante.

Este apartado se dividirá según el número de elementos distintos comprados.

4.3.1. REMACHES

- Remaches aluminio Ø3 x 12









4.3.2. TORNILLERÍA

- Tornillos M5 (DIN 13)
- Tornillos M3 (DIN 13)

Las dimensiones geométricas y características de estos tornillos están especificadas en la norma DIN 13.

4.3.3. HOJA DE CARACTERÍSTICAS DE LOS DISTINTOS ELEMENTOS COMPRADOS

A continuación se muestran distintos catálogos indicando las características de los componentes a los cuales están referidos.

HP Compaq 6715b Business Notebook PC	
ESQUEMA:	
	
CARACTERÍSTICAS:	
Portabilidad	
Duración de la batería	
Conectividad	
Rendimiento	
Seguridad	



Sistema operativo instalado

Windows Vista® Business [original](#),

Procesador

Procesador de tecnología móvil AMD Turion™ 64 X2 TL-58

Velocidad del procesador

1,90 GHz

Memoria de serie

1 x 1.024 MB de DDR2

Velocidad de la unidad de disco duro

5400 rpm

Descripción de las resoluciones de video

WXGA de 1.280 x 800

Funciones de la pantalla

WXGA antirreflejo de 15,4 pulgadas (resolución de 1280 x 800)

Tecnologías inalámbricas

Broadcom 802.11b/g

Duración de la batería

Hasta 4 horas y 20 minutos (hasta 8 horas y 25 minutos con la batería HP de duración ampliada, hasta 12 horas con la batería HP de máxima capacidad)



Batería de capacidad ultra HP (EJ092AA)

ESQUEMA:



CARACTERÍSTICAS:

- Conector de alimentación integrado único con un adaptador HP de 65 V para alimentar su batería cuando no se encuentra conectada a su portátil.
- La batería de ultra capacidad de HP funciona junto con la batería principal.
- Cuando se encuentra lejos de su escritorio y viajando, puede trabajar durante más tiempo gracias a la batería de ultra capacidad de 12 horas de HP. Al aumentar la vida de la batería de su portátil en 10 horas, tiene más de 15 horas totales de batería.



WEBCAM

ESQUEMA:



CARACTERÍSTICAS:

Ángulo de rotación vertical: 60°
Ángulo de rotación horizontal: 180°
Dispone de un sensor CMOS de 640x480 píxeles
Dispone de un micrófono con conexión independiente



RUEDA GIRATORIA (22803)

ESQUEMA:



CARACTERÍSTICAS:

Soporte de polipropileno, acabado negro mate.

Giratorio, sobre propia espiga.

Sistema de fijación: platina giratoria, para cuatro tornillos.

Tipo de eje: liso, sobre eje de acero

En las siguientes tablas se muestran las dimensiones de la rueda elegida correspondiente al código de compra 22803 (diámetro externo de 50mm).

			CODIGO
30	6 x 2		22800
40	6 x 2		22801
45	6 x 2		22802
50	6 x 2		22803

CUADRO GENERAL DE COTAS Y CARGAS										
30	6 x 2	20	49	27	-	30 x 30	20 x 20	4	-	-
40	6 x 2	20	56	35	-	42 x 42	32 x 32	4	-	-
45	6 x 2	30	63	44	-	42 x 42	32 x 32	4	-	-
50	6 x 2	40	66	49	55	42 x 42	32 x 32	4	-	-





CORREAS Tipo 130 x XL espesor 037

ESQUEMA:



CARACTERÍSTICAS:

ISORAN®
CORREAS SÍNCRONAS PARA
TRANSMISIONES INDUSTRIALES

Las correas ISORAN® están disponibles en los diferentes pasos relacionados en la tabla.

Denominación comercial	mm	Paso pulgadas
MXL*	2,032	0.080 (² / ₂₅)
→ XL	5,080	0.200 (¹ / ₅)
L	9,525	0.375 (³ / ₈)
H	12,700	0.500 (¹ / ₂)
XH	22,225	0.875 (⁷ / ₈)
XXH	31,750	1.250 (1 ¹ / ₄)

Parámetros dimensionales (mm)	MXL	XL	L	H	XH	XXH
Paso de la correa (Pb)	2,032	5,080	9,525	12,700	22,225	31,750
Altura del diente (ht)	0,510	1,270	1,910	2,290	6,350	9,530
Espesor de la correa (H)	1,140	2,400	3,600	4,400	11,400	15,300

ANCHOS DE LAS CORREAS DENTADAS ISORAN® MXL, XL, L, H, XH y XXH

Código	012	019	025	031	037	050	075	100	150	200	300	400	500
mm	3,175	4,763	6,35	7,94	9,53	12,70	19,05	25,40	38,10	50,80	76,20	101,60	127,00



SECCIÓN "XL" (paso 5,08 mm)					
Tipo	Desarrollo primitivo mm	N. de dientes	Precio correa		
			025 €	031 €	037 €
54 XL	137,2	27	2,20	2,61	2,99
60 XL	152,4	30	2,20	2,61	2,99
70 XL	177,8	35	2,35	2,73	3,15
80 XL	203,2	40	2,35	2,87	3,25
90 XL	228,6	45	2,48	2,87	3,38
98 XL	248,9	49	2,48	2,99	3,38
100 XL	254,0	50	2,48	2,99	3,38
102 XL	259,1	51	2,48	2,99	3,38
104 XL	264,2	52	2,61	2,99	3,51
106 XL	269,2	53	2,61	2,99	3,51
110 XL	279,4	55	2,61	2,99	3,51
120 XL	304,8	60	2,73	3,15	3,64
130 XL	330,2	65	2,87	3,25	3,78



Presupuesto

DISEÑO DE UN ROBOT MÓVIL PARA
APLICACIONES DOCENTES
Davinia Font Calafell



Página 1 de 13

5. PRESUPUESTO



ÍNDICE DEL PRESUPUESTO

5. PRESUPUESTO

5.1. INTRODUCCIÓN	3
5.2. PRESUPUESTO GENERAL DE MATERIALES Y COMPONENTES	3
5.2.1. MATERIALES ESTRUCTURALES	3
5.2.2. COMPONENTES COMPRADOS	8
5.2.3. RESUMEN PRESUPUESTO GENERAL DE MATERIALES	10
5.3. PRESUPUESTO GENERAL DE LA ETAPA DE DISEÑO	10
5.4. PRESUPUESTO GENERAL DE LA ETAPA DE FABRICACIÓN, CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE	11
5.5. PRESUPUESTO GENERAL DE DOCUMENTACIÓN Y REDACCIÓN DEL PROYECTO	12
5.6. RESUMEN DEL PRESUPUESTO	13



5.1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este presupuesto es obtener un precio final de implementación de una serie limitada de prototipos que sea lo más realista posible teniendo en cuenta todo el proceso que se ha llevado a cabo, es decir, especificando tanto el coste de cada uno de los elementos y materiales que se han utilizado en la fase de construcción como las horas dedicadas en la fase de fabricación, construcción y montaje, además de las horas de ingeniería que se han empleado en la fase de diseño y elaboración de la documentación.

El presupuesto de fabricación de la mayoría de las piezas de aluminio se ha realizado pensando en una posible fabricación en serie, para ello se ha realizado un estudio previo (ver apartado 2.1. del documento anejo) que determine el coste de cada una de las piezas a fabricar dependiendo de la pieza base (plancha, tubo, etc.) de la que se parte, optimizando al máximo la pérdida de material con la consecuente reducción de costes.

El presupuesto se divide en cinco bloques: presupuesto general de materiales y componentes, presupuesto general de la etapa de diseño, presupuesto general de la etapa de fabricación, construcción y montaje, presupuesto general de documentación y redacción del proyecto y un resumen final del presupuesto.

5.2. PRESUPUESTO GENERAL DE MATERIALES Y COMPONENTES

En este apartado únicamente se tendrán en cuenta los materiales y componentes que se han comprado para incorporarlos en la estructura del robot y que realicen una función concreta o para fabricar las distintas piezas que conformen esa estructura. Se divide el apartado en: materiales estructurales y componentes comprados.

5.2.1. MATERIALES ESTRUCTURALES

Esta sección trata de averiguar el precio de cada una de las piezas utilizadas en la fabricación del robot. Para poder averiguarlo, tal y como se ha comentado anteriormente, se ha de realizar un estudio previo el cual esta reflejado en el apartado 2.1 del documento anejo del presente



DISEÑO DE UN ROBOT MÓVIL PARA
APLICACIONES DOCENTES
Davinia Font Calafell



Página 4 de 13

Presupuesto

proyecto. Este estudio pretende colocar las piezas de forma óptima en el material para aprovecharlo al máximo y minimizar su pérdida, incluso así se tienen pérdidas de material debidas a agujeros interiores, ranuras...

También se ha tenido en cuenta para las piezas que requieren la operación de pliegue, esta operación se explica con más detalle en el documento anejo apartado 2.2, que al producirse un alargamiento en la dirección perpendicular a la línea de pliegue, esto produce que el material inicial que se necesita para fabricar la pieza sea menor a las dimensiones finales de esta, y por lo tanto es un aspecto a considerar.

Para poder especificar hasta el máximo detalle los precios se ha considerado oportuno dividir este apartado en cinco tablas distintas, donde cada una de ellas recoge el conjunto de piezas a fabricar con el mismo material. Estas cinco tablas son: chapa de aluminio, piezas de perfil, chapa de PVC negro, tornillería y remaches y bloque de aluminio.



DISEÑO DE UN ROBOT MÓVIL PARA
APLICACIONES DOCENTES
Davinia Font Calafell



Presupuesto

Página 5 de 13

CHAPA DE ALUMINIO										
Ident.	Descripción	Espe-sor (mm)	Proveedor	Código	Material	Precio chapa (€/Kg.)	Num. piezas por chapa	Num. piezas a fabricar	Precio pieza	Coste final
P1	Pieza de unión en forma de T	0,5	Alacer Mas	80010131005	2000x1000, 2,7Kg	3,40	250	10	0,3672 €	3,672 €
P2	Pieza de unión cuadrada	0,5	Alacer Mas	80010131005	2000x1000, 2,7Kg	3,40	720	4	0,1275 €	0,51 €
P3	P. unión en forma de L (ancho=20)	0,5	Alacer Mas	80010131005	2000x1000, 2,7Kg	3,40	520	4	0,01765 €	0,07061 €
P4	P. unión en forma de L (ancho=13)	0,5	Alacer Mas	80010131005	2000x1000, 2,7Kg	3,40	990	8	0,00927 €	0,07418 €
P5	Pieza parte de atrás (estr. exterior)	1,5	Alacer Mas	80010131015	2000x1000, 8,10Kg	3,40	114	2	0,24157 €	0,48315 €
P6	Pieza parte de delante (estr. exterior)	1,5	Alacer Mas	80010131015	2000x1000, 8,10Kg	3,40	114	2	0,24157 €	0,48315 €
P7	Piezas laterales horizontales (estr. exterior)	1,5	Alacer Mas	80010131015	2000x1000, 8,10Kg	3,40	131	4	0,21022 €	0,8409 €
P8	Piezas laterales verticales (estr. exterior)	1,5	Alacer Mas	80010131015	2000x1000, 8,10Kg	3,40	332	4	0,08295 €	0,3318 €
P9	Soporte motor	2	Alacer Mas	80010131020	2000x1000, 10,8Kg	3,40	380	2	0,09663 €	0,1932 €
P10	Soporte webcam	2	Alacer Mas	80010131020	2000x1000, 10,8Kg	3,40	52	1	0,706 €	0,706 €
TOTAL										7,3651 €

Tabla 1. Presupuesto de las piezas fabricadas a partir de chapa de aluminio



DISEÑO DE UN ROBOT MÓVIL PARA
APLICACIONES DOCENTES
Davinia Font Calafell



Presupuesto

Página 6 de 13

PIEZAS DE PERFILES										
Ident.	Descripción	Espesor	Proveedor	Código	Material	Precio perfil	Num. piezas por perfil	Num. Piezas a fabricar	Precio por pieza	Coste
P11	Pieza que da consistencia a la tapa	1,5mm	Alacer Mas	85010401515	Perfil en L 15x15, 6 m	0,54 €/m	15	1	0,216 €	0,216 €
P12	Pieza de elevación para el portátil	1,5mm	Alacer Mas	85010304002015	Perfil rectangular 40 x 20, 6 m	2,92 €/m	150	1	0,1168€	0,1168 €
P13	Soporte de la rueda giratoria	1,5mm	Alacer Mas	85010304002015	Perfil rectangular 40 x 20, 6 m	2,92 €/m	19	1	0,922€	0,922 €
P14	Pieza de soporte del motor	1,5mm	Alacer Mas	85010304002015	Perfil rectangular 40 x 20, 6 m	2,92 €/m	19	1	0,922€	0,922 €
P15	Asa vertical	1,5	Alacer Mas	85010304002015	Perfil rectangular 40 x 20, 6 m	2,92 €/m	14	1	1,25€	1,25 €
P16	Asa horizontal	1,5	Alacer Mas	85010304002015	Perfil rectangular 40 x 20, 6 m	2,92 €/m	18	1	0,973€	0,973 €
P17	Pieza de la parte de delante del robot	1,5	Alacer Mas	850102010201	Perfil cuadrado 20 x 20, 6 m	1,97 €/m	6	2	1,97€	3,94 €
P18	Sirve de unión entre distintas piezas	1,5	Alacer Mas	850102010201	Perfil cuadrado 20 x 20, 6 m	1,97 €/m	50	2	0,2364€	0,4728 €
TOTAL										8,8126 €

Tabla 2. Presupuesto de las piezas fabricadas a partir de piezas de perfiles



DISEÑO DE UN ROBOT MÓVIL PARA
APLICACIONES DOCENTES
Davinia Font Calafell



Presupuesto

Página 7 de 13

CHAPA DE PVC NEGRO									
Ident.	Descripción	Espesor	Proveedor	Material	Precio chapa	Num. piezas por chapa	Num. Piezas a fabricar	Precio por pieza	Coste
P19	Chapa parte de delante	0,4mm	Copi Lleida	A-2 (420 x 594)	0,99 €/u	3	1	0,33 €	0,33 €
P20	Chapa parte de atrás	0,4mm	Copi Lleida	A-2 (420 x 594)	0,99 €/u	3	1	0,33 €	0,33 €
P21	Chapa para la tapa	0,4mm	Copi Lleida	A-2 (420 x 594)	0,99 €/u	1	1	0,99 €	0,99 €
P22	Chapa lateral derecha	0,4mm	Copi Lleida	A-2 (420 x 594)	0,99 €/u	3	1	0,33 €	0,33 €
P23	Chapa lateral izquierda	0,4mm	Copi Lleida	A-2 (420 x 594)	0,99 €/u	3	1	0,33 €	0,33 €
TOTAL									2,31 €

Tabla 3. Presupuesto de las piezas fabricadas a partir de chapa de pvc de color negro

TORNILLERÍA Y REMACHES							
Ident.	Descripción	Proveedor	Código	Material	Cantidad	Precio	Coste
P24	Remaches	BRALO	01010003012	3 x 12 mm	143	0,015 €/ u	1,53 €
P25	Tornillería	Ramón Soler	-	M5	2	0,138 €/ u	0,276 €
P26	Tornillería	Ramón Soler	0581	M3	8	0,016 €/ u	0,128 €
TOTAL							1,934 €

Tabla 4. Presupuesto de los elementos de tornillería y remaches utilizados en la estructura



DISEÑO DE UN ROBOT MÓVIL PARA
APLICACIONES DOCENTES
Davinia Font Calafell



Presupuesto

Página 8 de 13

BLOQUE DE ALUMINIO										
Ident.	Descripción	Diámetro	Proveedor	Código	Material	num., piezas por bloque	Num. piezas a fabricar	Precio bloque	Precio pieza	Coste final
P27	Rueda motriz	100mm	Alacer Mas	82011100	6 metros longitud	292	2	762,468 €	2,61 €	5,22 €
TOTAL										5,22 €

Tabla 5. Presupuesto de las piezas fabricadas a partir de bloque de aluminio

5.2.2. COMPONENTES COMPRADOS

En este apartado, en cambio, se basa en conocer los precios de los distintos elementos y componentes que se han comprado para que con su función se consigan las aplicaciones deseadas en el robot. Para más información sobre estos elementos se ha añadido en el documento de pliego de condiciones un apartado donde hay las características y especificaciones de cada uno de estos elementos. Para hacerlo más entendible se ha dividido en tres tablas distintas: elementos informáticos y electrónicos, motores y otros.

ELEMENTOS INFORMÁTICOS Y ELECTRÓNICOS					
Ident.	Descripción	Proveedor	Num. piezas robot	Precio unidad	Coste final
P28	HP Compaq 6715b Business Notebook PC	HP	1	599 €/u	599 €
P29	webcam	Hardwareverstand	1	90 €/u	90 €
P30	Batería HP EJ092AA	HP	1	179 €/u	179 €
P31	Placa electrónica	Virgili SL, Telesa RS Amidata	1	70 €/u	70 €
TOTAL					938 €

Tabla 6. Presupuesto de elementos informáticos y electrónicos



MOTORES					
Ident.	Descripción	Proveedor	Num. piezas robot	Precio unidad	Coste final
P32	Motor RH.158.75	ELMEQ	2	60 €/u	120 €
TOTAL					120 €

Tabla 7. Presupuesto de los motores

OTROS					
Ident.	Descripción	Proveedor	Num. piezas robot	Precio unidad	Coste final
P33	Interruptor	Ramón Soler	1	2 €/u	2 €
P34	Pulsador verde	Ramón Soler	1	3 €/u	3 €
P35	Pulsador negro	Ramón Soler	1	3 €/u	3 €
P36	Led verde	Ramón Soler	1	0,3 €/u	0,3 €
P37	Led rojo	Ramón Soler	1	0,3 €/u	0,3 €
P38	Correas Tipo 130xL espesor 037	Giner	2	2.55€/u	5.10€
P39	Rueda giratoria (22803)	Ramón Soler	1	2.77 €/u	2.77€
P40	Conector	Ramón Soler	1	0.45 €/u	0.45 €
P41	Asa de la tapa	Ramón Soler	1	0.75 €/u	0.75 €
TOTAL					17.67 €

Tabla 8. Presupuesto de la resta de componentes integrados en la estructura del robot



5.2.3. RESUMEN PRESUPUESTO GENERAL DE MATERIALES

Para conseguir una visión global del coste de materiales y componentes se ha incorporado un último apartado donde se hace un resumen.

PARTE	PRECIO
Chapa de aluminio	7,3651 €
Piezas de perfiles	8,8126 €
Chapa de PVC negro	2,31 €
Tornillería y remaches	1,934 €
Bloque de aluminio	5,22 €
Elementos informáticos y electrónicos	938 €
Motores	120 €
Otros	17.67 €
COSTE	1101.31 €

Tabla 9. Resumen del presupuesto de materiales y componentes comprados

En este coste no se ha tenido en cuenta ni la amortización de la maquinaria utilizada ni la reutilización de material que por una pieza se desperdicia pero que se podría aprovechar para fabricar otra pieza distinta.

5.3. PRESUPUESTO GENERAL DE LA ETAPA DE DISEÑO

En el presupuesto general de la etapa de diseño se obtiene el coste final de todos aquellos procesos que involucran la etapa de diseño, considerando la persona que los ejecuta y las horas que tarda en ejecutarlos.



Ident.	Descripción	Tipo	Horas	Precio/ Hora	Coste
P41	Introducción al proyecto	Ingeniero	2	19.50€	39 €
P42	Estudio de los antecedentes	Ingeniero	10	19.50€	195 €
P43	Estudio de los materiales a utilizar	Ingeniero	3	19.50€	58.5 €
P42	Estudio de distintas alternativas	Ingeniero	20	19.50€	390 €
P43	Diseño de piezas con programa informático (Pro-engineer, Autocad)	Ingeniero	60	19.50€	1170 €
P44	Análisis del proceso de fabricación	Ingeniero	10	19.50€	195 €
P45	Obtención de planos	Ingeniero	30	19.50€	585 €
TOTAL					2632.5 €

Tabla 10. Presupuesto de la fase de diseño

5.4. PRESUPUESTO GENERAL DE LA ETAPA DE FABRICACIÓN, CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE

En el presupuesto general de la etapa de fabricación, construcción y montaje se obtiene el coste final de todos aquellos procesos que involucran esta etapa, considerando la persona que los ejecuta y las horas que tarda en ejecutarlos.



Ident.	Descripción	Tipo	Horas	Precio/ Hora	Coste
P46	Búsqueda, adquisición y transporte de material	Peón	15	14.63 €	219.45 €
P47	Fabricación de las distintas piezas	Operario especializado	100	17.34 €	1734 €
P48	Montaje robot	Operario especializado	20	17.34 €	346.8 €
TOTAL					2300.25 €

Tabla 11. Presupuesto de la fase de fabricación, construcción y montaje

5.5. PRESUPUESTO GENERAL DE DOCUMENTACIÓN Y REDACCIÓN DEL PROYECTO

En el presupuesto general de documentación y redacción del proyecto se obtiene el coste final de todos aquellos procesos que involucran esta etapa, considerando la persona que los ejecuta y las horas que tarda en ejecutarlos.

Ident.	Descripción	Tipo	Horas	Precio/ Hora	Coste
P49	Búsqueda de documentación	Ingeniero	6	19.50 €	117 €
P50	Estructuración del proyecto	Ingeniero	2	19.50 €	39 €
P51	Redacción del proyecto	Ingeniero	250	19.50€	4875 €
TOTAL					5031 €

Tabla 12. Presupuesto de la fase de documentación y redacción del proyecto

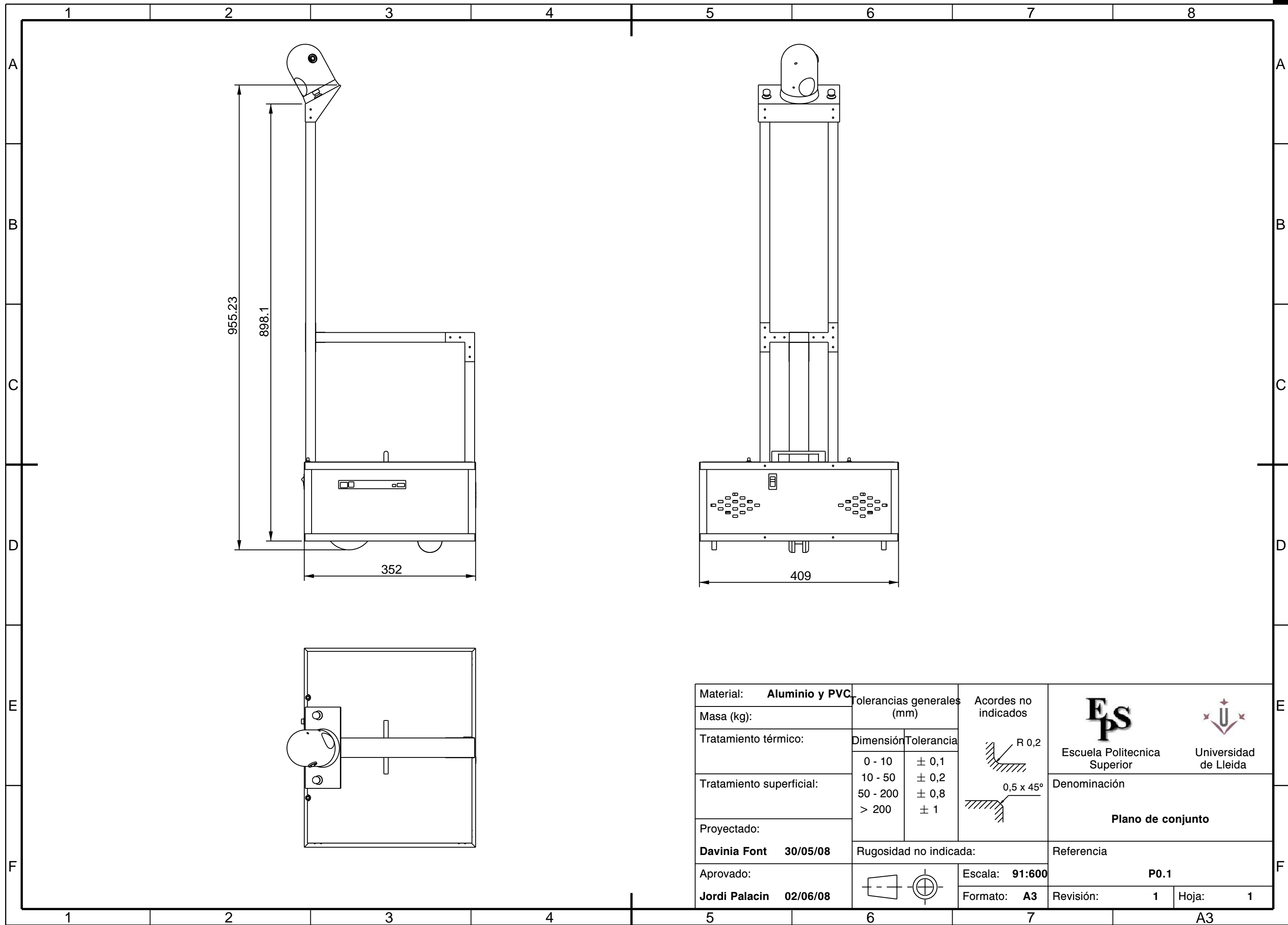


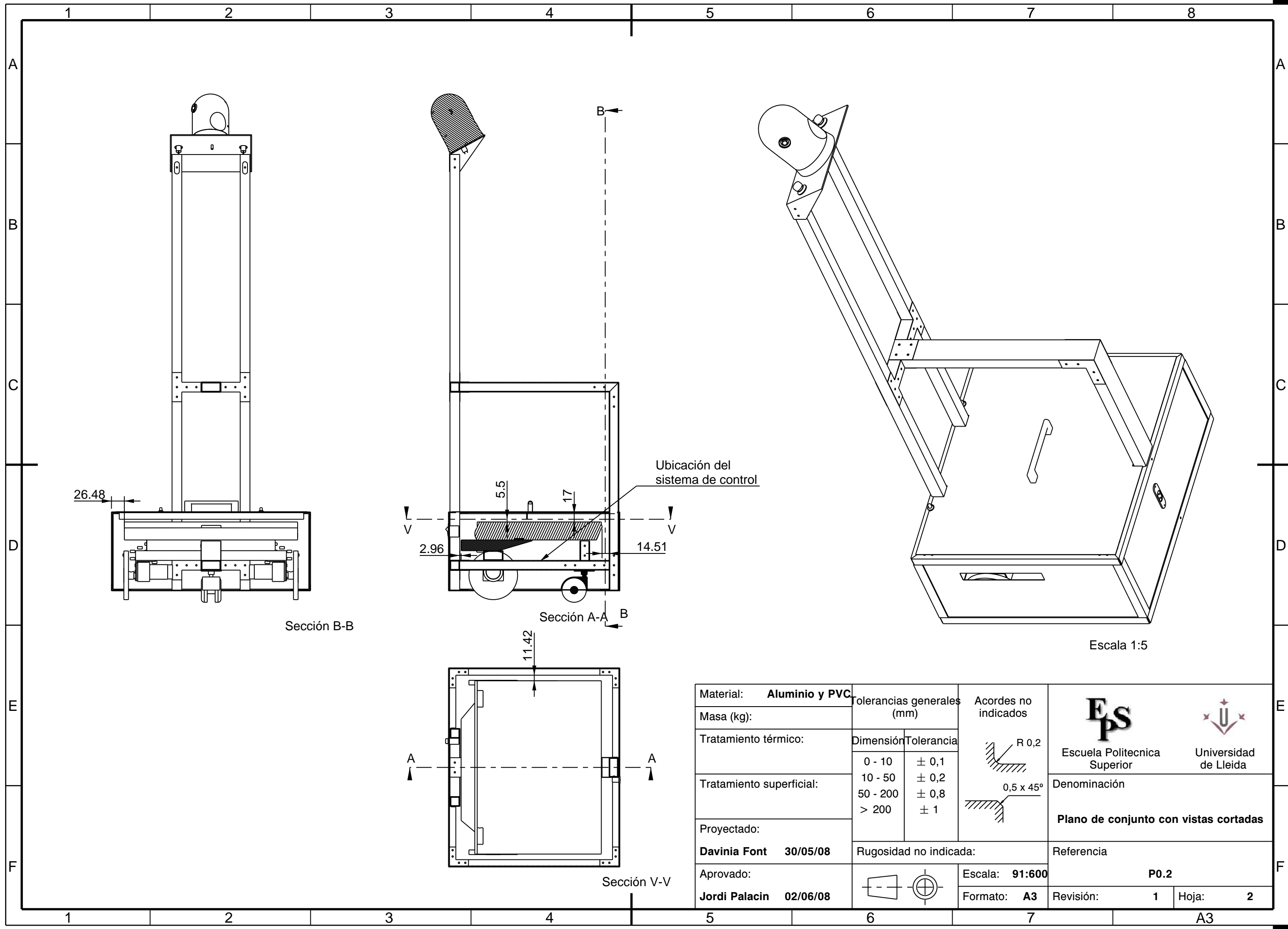
5.6. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

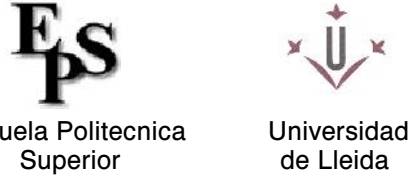
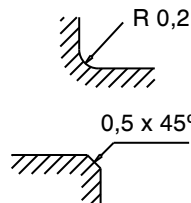
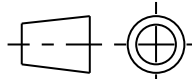
Para obtener una visión general de todos los apartados del presupuesto y visualizar el coste final de todos los procesos y etapas a lo largo del proyecto se ha realizando la siguiente tabla. Además se ha incluido el precio con la aplicación de un 16% de IVA.

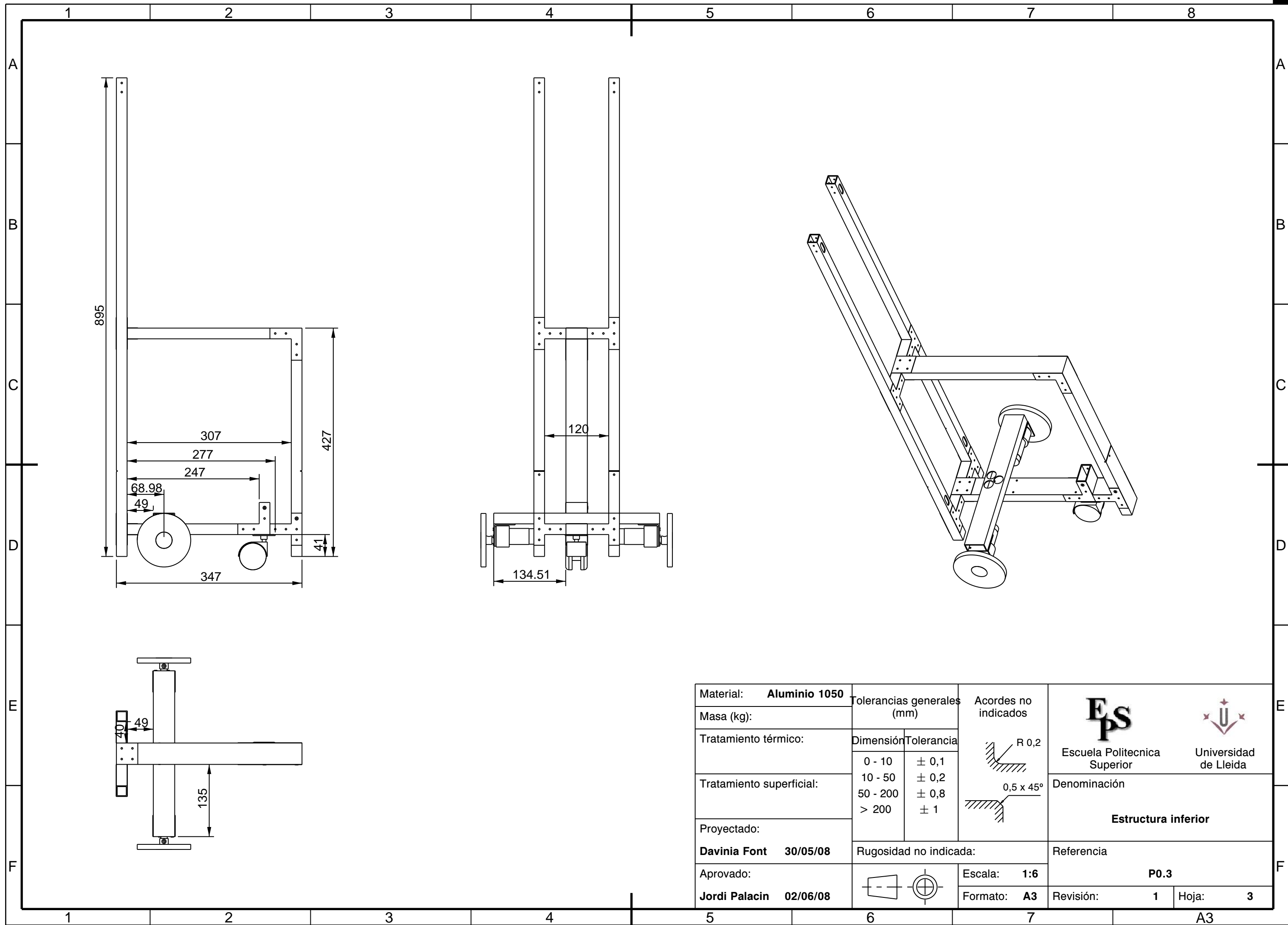
PARTE	PRECIO
Materiales y componentes utilizados	1101.31 €
Etapas de diseño	2632,5 €
Etapas de fabricación, construcción y montaje	2300.25 €
Fase de documentación y redacción	5031 €
COSTE	11065.06 €
COSTE FINAL CON 16% IVA	12835.47 €

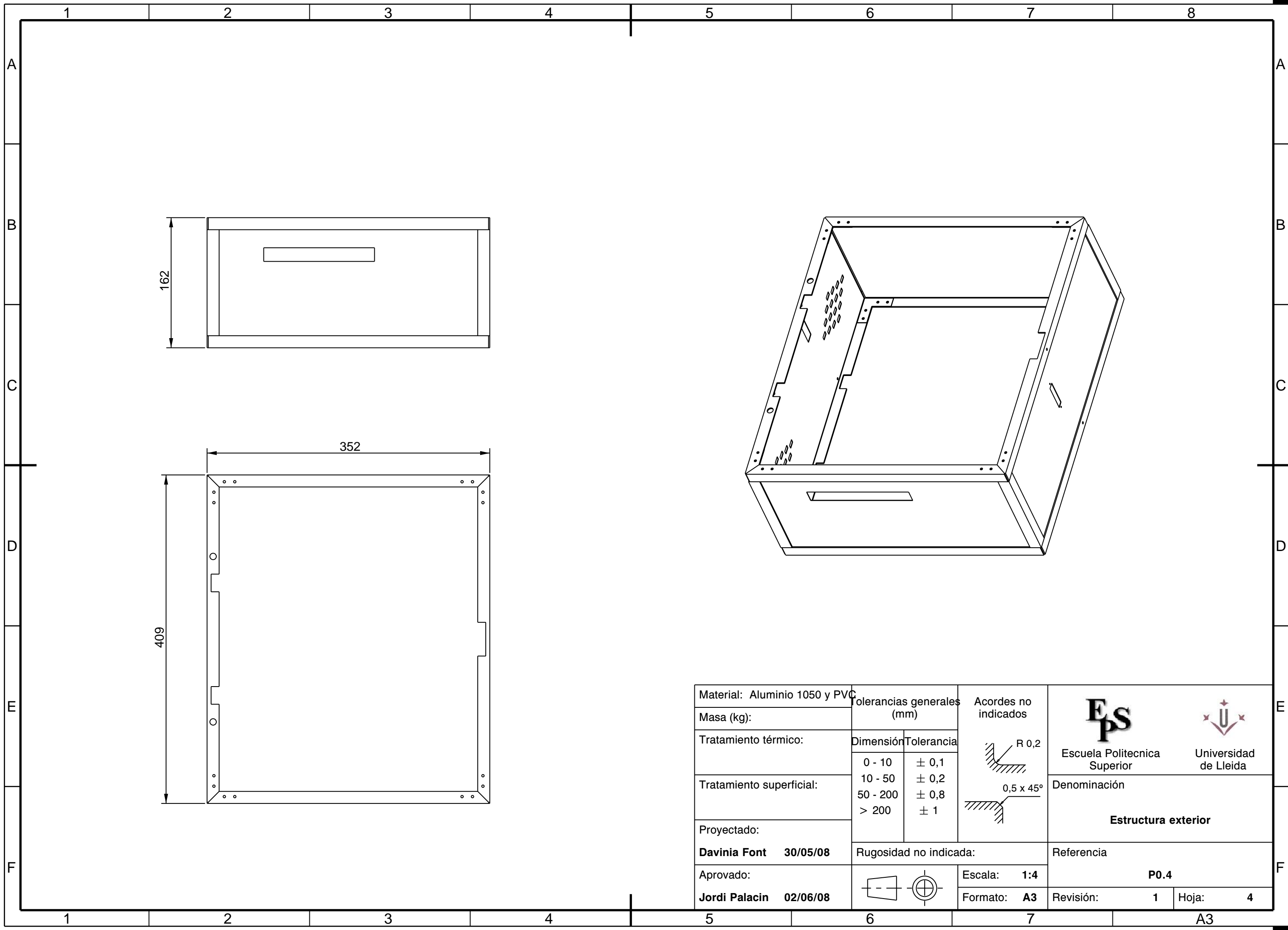
Tabla 13. Resumen final del presupuesto

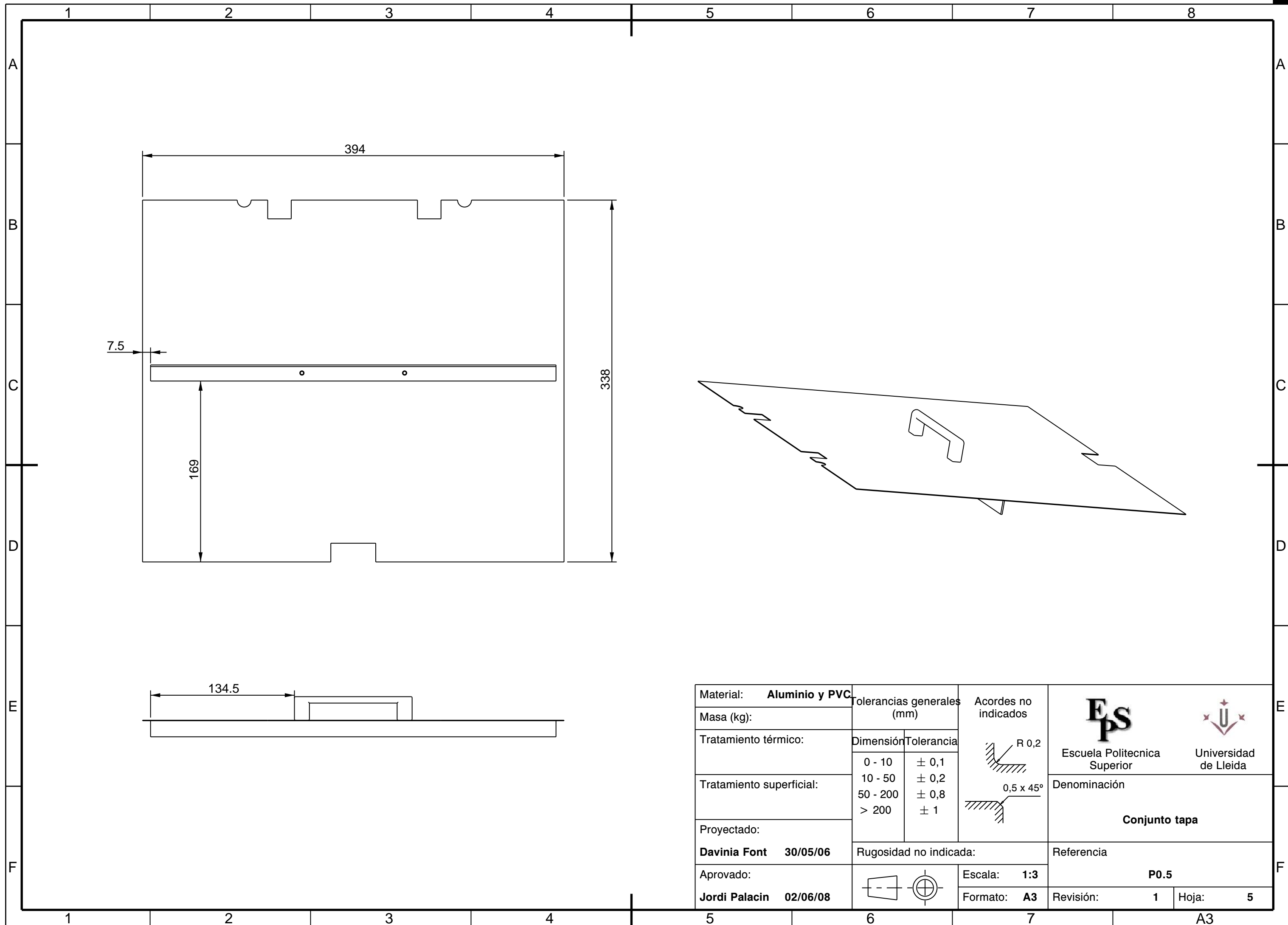




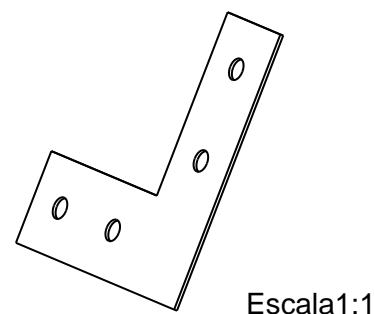
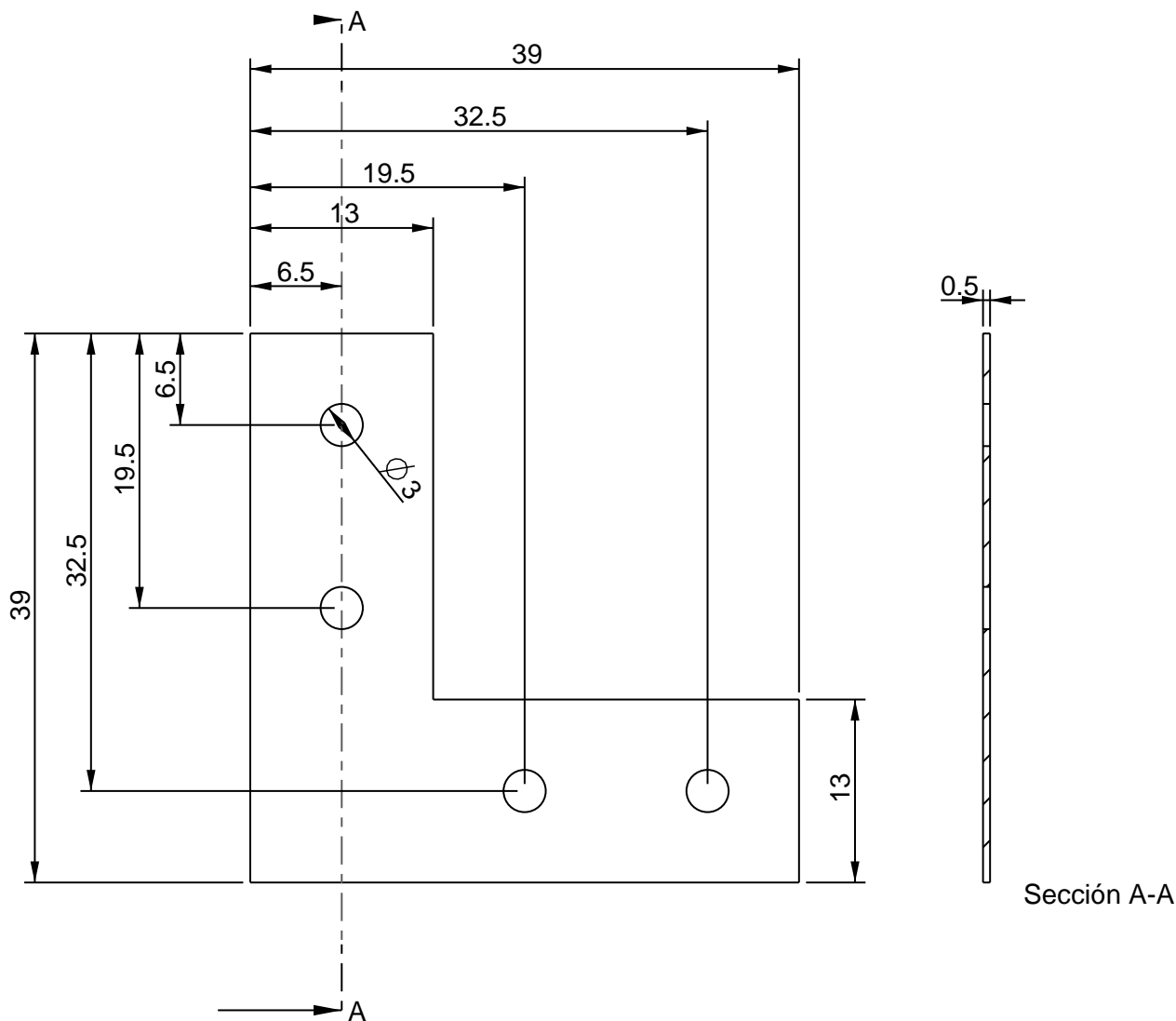
Material:	Aluminio y PVC		Tolerancias generales (mm)	Acordes no indicados	
Masa (kg):					
Tratamiento térmico:	Dimensión	Tolerancia			
Tratamiento superficial:	0 - 10 10 - 50 50 - 200 > 200	± 0,1 ± 0,2 ± 0,8 ± 1			
Proyectado:				Denominación	
Davinia Font 30/05/08	Rugosidad no indicada:				Referencia
Aprobado:					
Jordi Palacin 02/06/08					
			Escala: 91:600	P0.2	
			Formato: A3	Revisión: 1	Hoja: 2



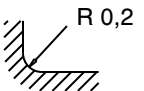
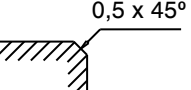
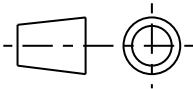




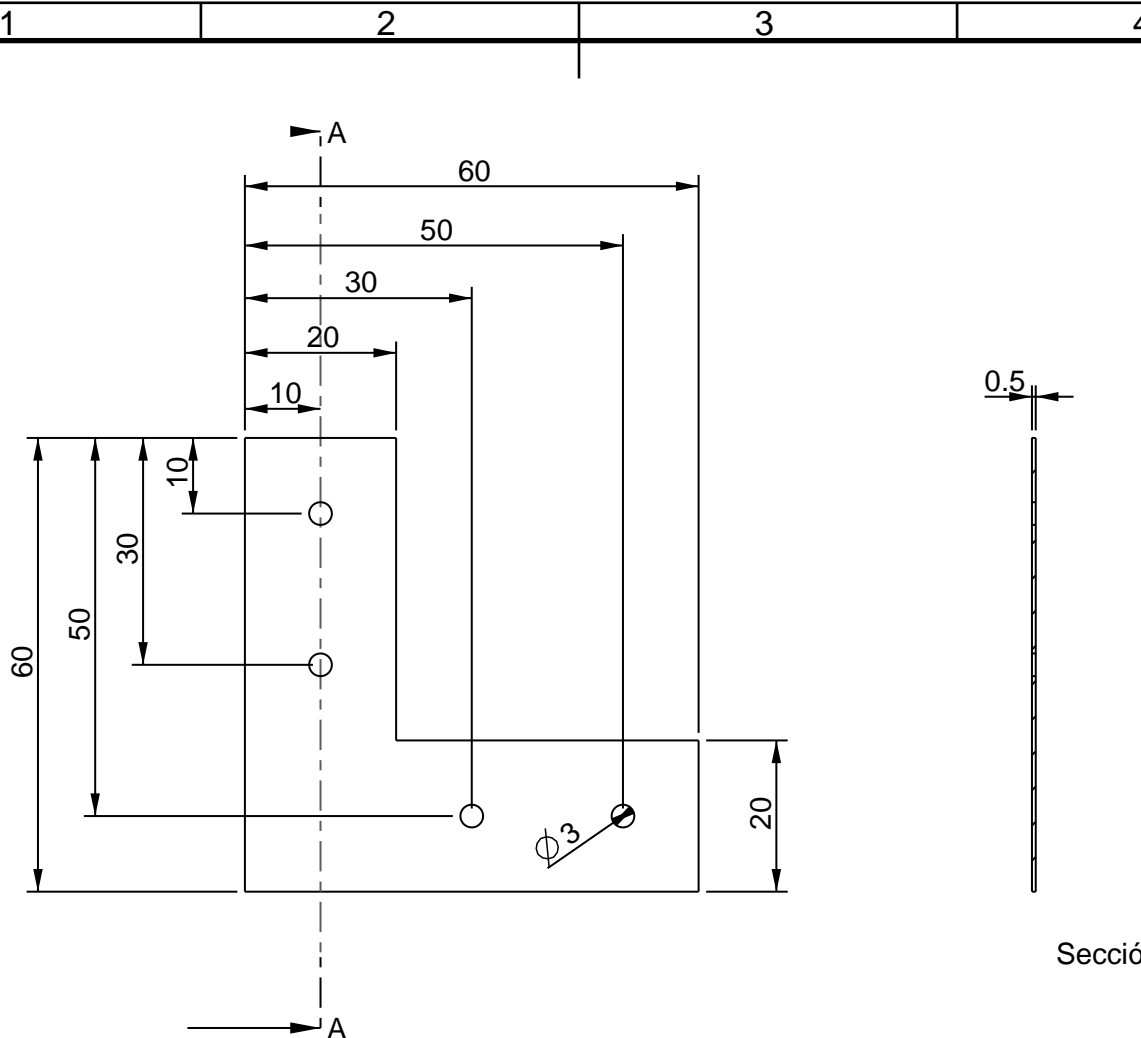


1 2 3 4

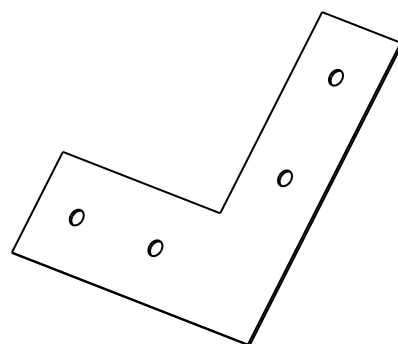


Material: Aluminio 1050	Tolerancias generales (mm)		Acordes no indicados		
Masa (kg): 0.003					
Tratamiento térmico:	Dimensión	Tolerancia	 	Denominación Pieza unión en forma de L (ancho = 13mm)	
Tratamiento superficial:	0 - 10	± 0,1			
	10 - 50	± 0,2			
	50 - 200	± 0,8			
	> 200	± 1			
Proyectado:	Rugosidad no indicada:		Referencia P4		
Davinia Font 29/05/08					
Aprobado:			Escala: 2:1	Revisión: 1 Hoja: 9	
Jordi Palacin 02/06/08			Formato: A4		


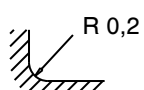
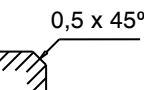
1	2	3	4
Material: Aluminio 1050		Tolerancias generales (mm)	Acordes no indicados
Masa (kg): 0.002			
Tratamiento térmico:		Dimensión	Tolerancia
Tratamiento superficial:			
Proyectado:		Rugosidad no indicada:	Referencia
Davinia Font 29/05/08			
Aprobado:		Escala: 3:2	P2
Jordi Palacin 02/06/08			
		Formato: A4	Revisión: 1 Hoja: 7



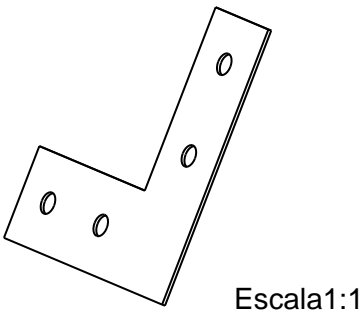
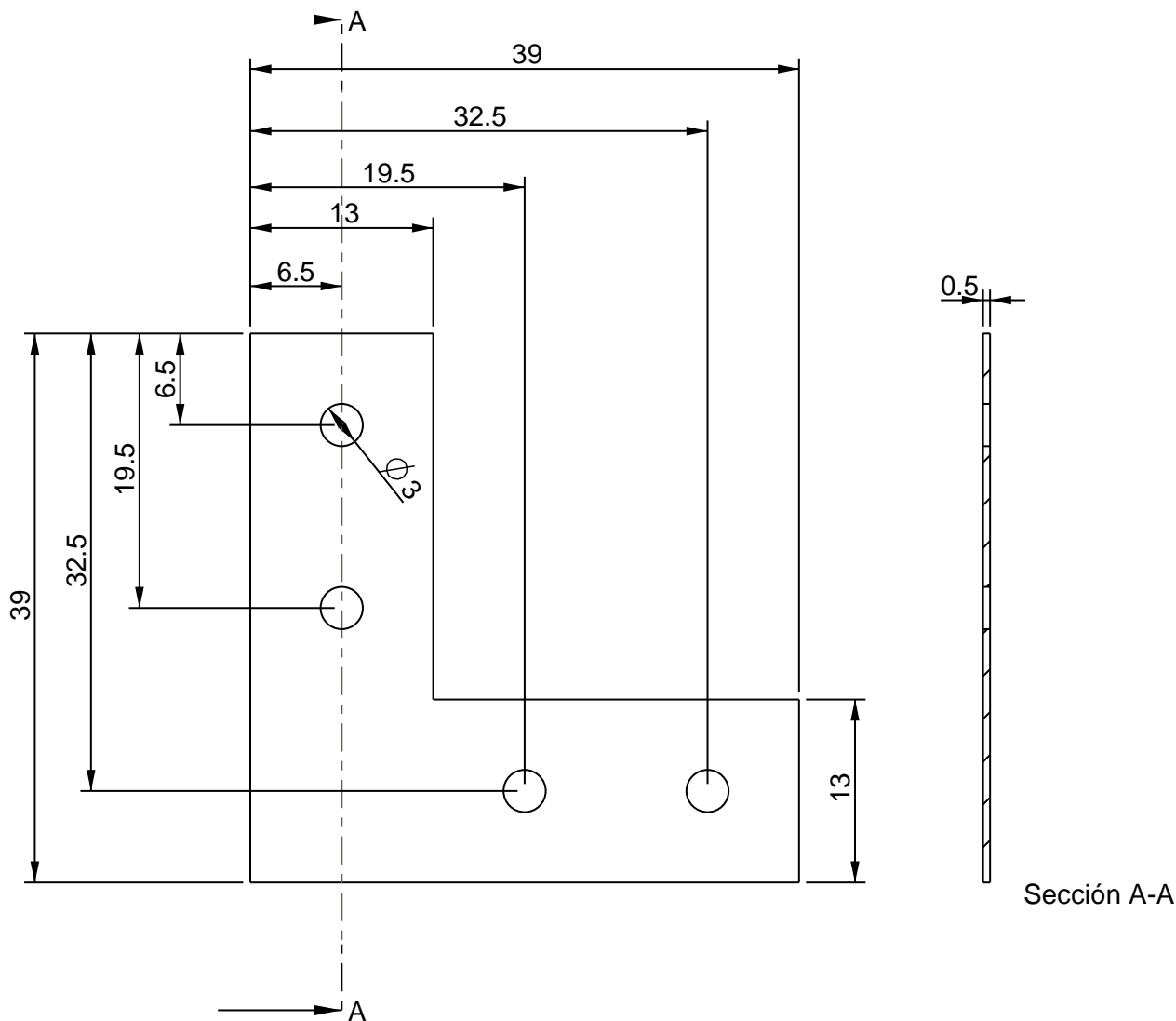
Sección A-A

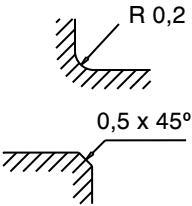


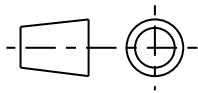


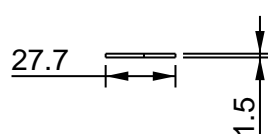
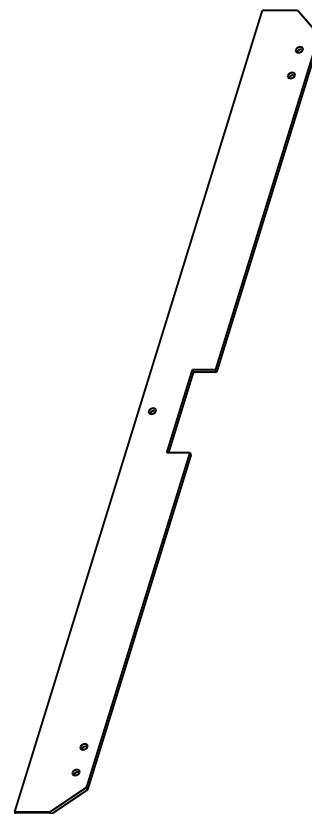
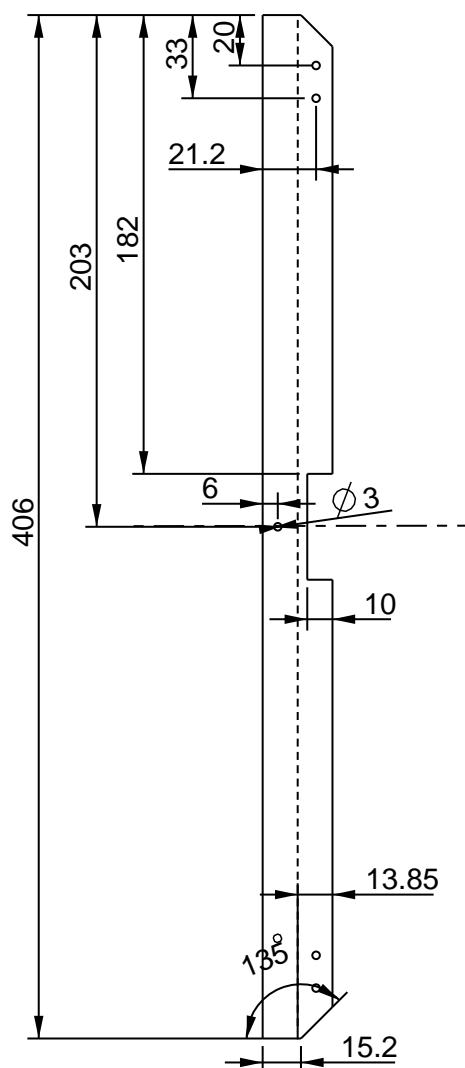
Escala 3:4

Material: Aluminio 1050	Tolerancias generales (mm)		Acordes no indicados		Denominación
Masa (kg): 0.003					
Tratamiento térmico:	Dimensión	Tolerancia		Escuela Politecnica Superior	Universidad de Lleida
	0 - 10	± 0,1			
	10 - 50	± 0,2		Pieza unión en forma de L (ancho = 20mm)	Referencia
Tratamiento superficial:	50 - 200	± 0,8			
	> 200	± 1		P3	Revisión: 1 Full: 8
Proyectado:	Rugosidad no indicada:		Escala: 1:1		
Davinia Font 29/05/08			Formato: A4	Revisión: 1 Full: 8	
Aprovado:					
Jordi Palacin 02/06/08				Revisión: 1 Full: 8	



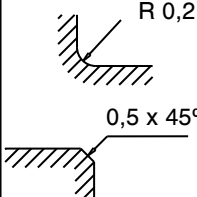
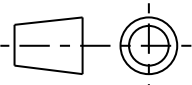
1 2 3 4

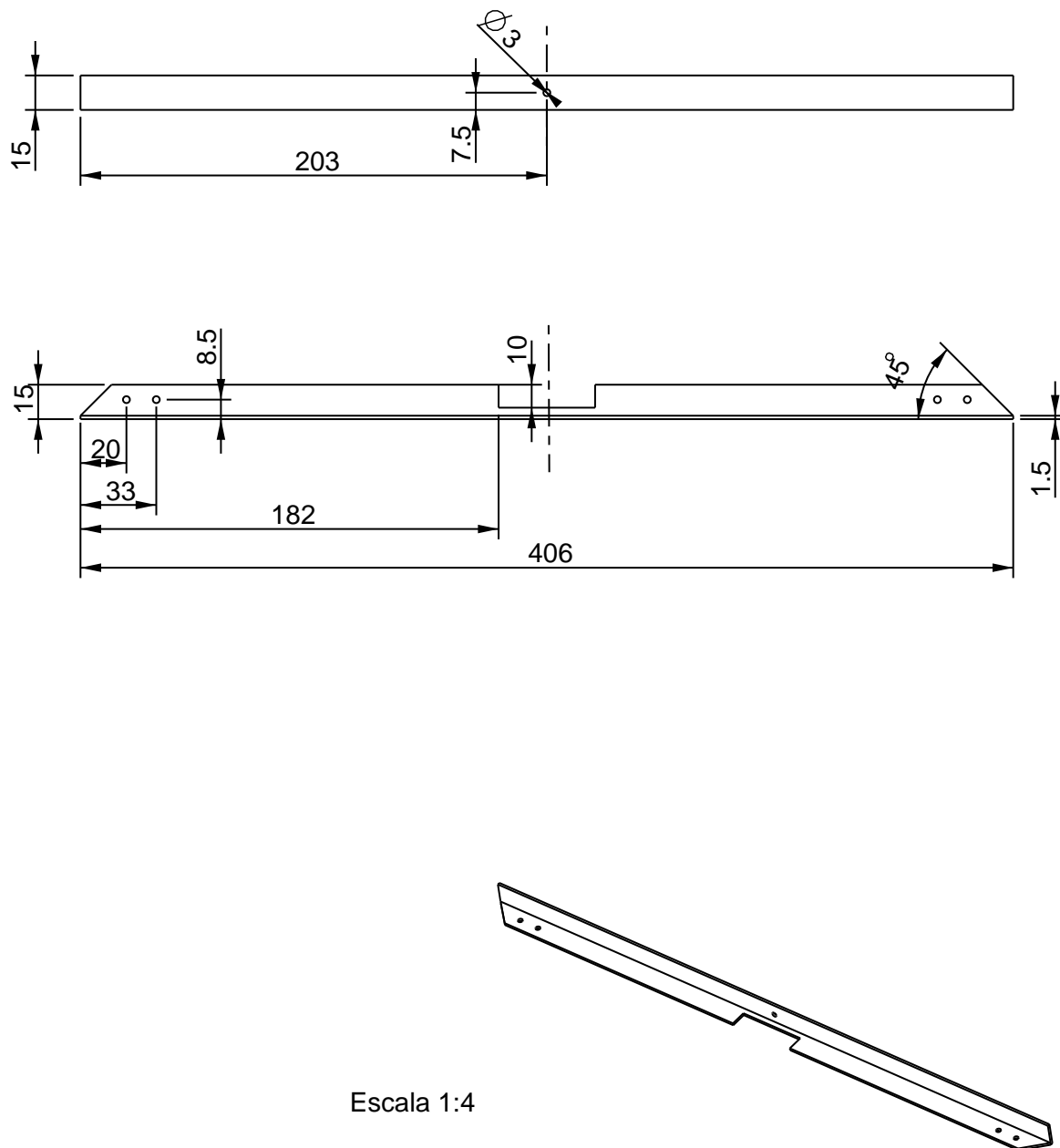


Material: Aluminio 1050	Tolerancias generales (mm)		Acordes no indicados			
Masa (kg): 0.003						
Tratamiento térmico:	Dimensión	Tolerancia	Pieza unión en forma de L (ancho = 13mm)			
Tratamiento superficial:	0 - 10	± 0,1				
	10 - 50	± 0,2				
	50 - 200	± 0,8				
	> 200	± 1				
Proyectado:	Rugosidad no indicada:		Referencia			
Davinia Font 29/05/08						
Aprovado:			Escala: 2:1	P4		
Jordi Palacin 02/06/08			Formato: A4			



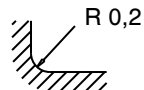
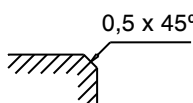
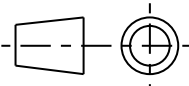


La línea de trazos indica la trayectoria de la línea de plegado de la pieza

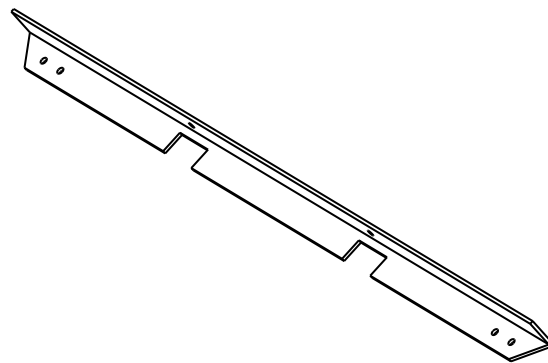
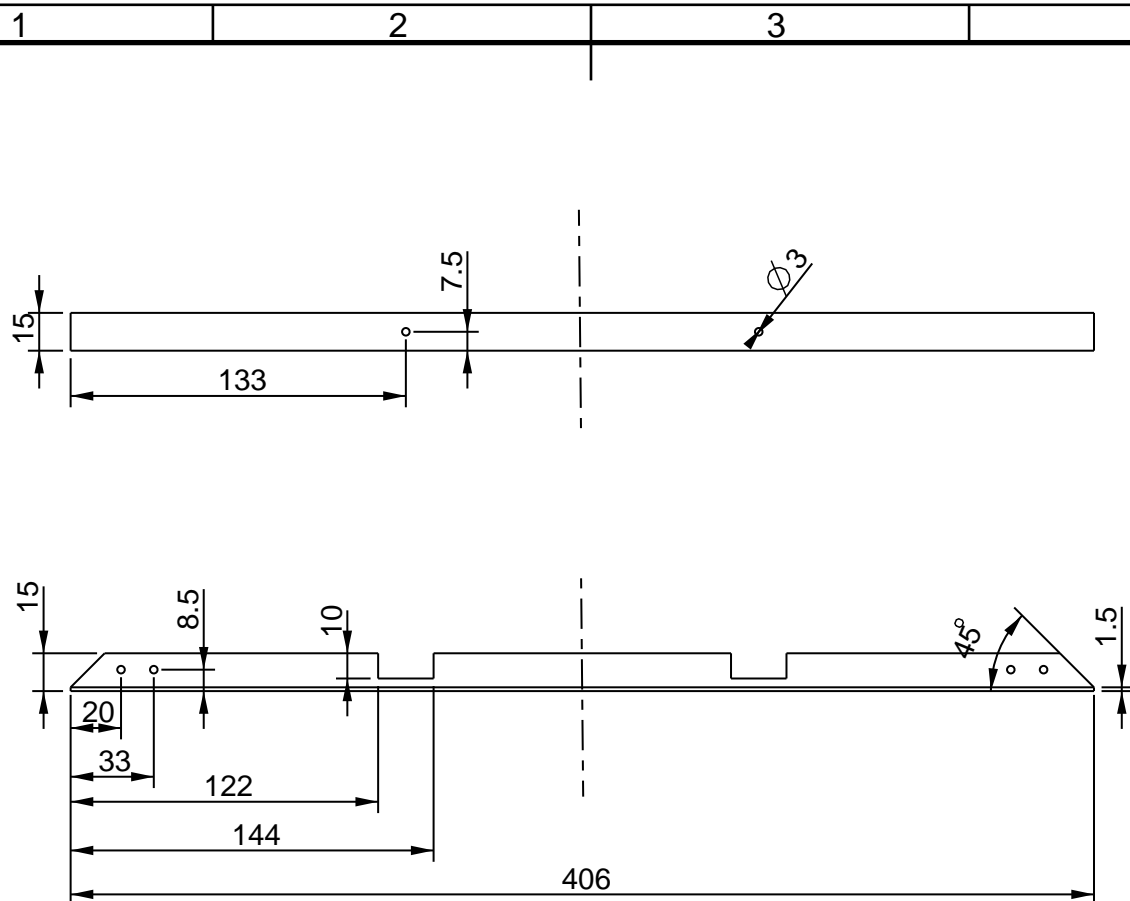
Material: Aluminio 1050	Tolerancias generales (mm)		Acordes no indicados				
Masa (kg): 0.043							
Tratamiento térmico:	Dimensión	Tolerancia					
Tratamiento superficial:					0 - 10	± 0,1	
			10 - 50		± 0,2		
			50 - 200		± 0,8		
Proyectado:	> 200	± 1	Denominación				
Davinia Font 29/05/08	Rugosidad no indicada:			Desarrollo de la pieza trasera de la estr. exterior			
Aprobado:			Escala: 1:3	Referencia			
Jordi Palacin 02/06/08			Formato: A4				
			Revisió:	1	Hoja:		10



Escala 1:4

Material: Aluminio 1050	Tolerancias generales (mm)		Acordes no indicados						
Masa (kg): 0.043									
Tratamiento térmico:	Dimensión	Tolerancia	 	Escuela Politecnica Superior			Universidad de Lleida		
Tratamiento superficial:	0 - 10	± 0,1		Denominación			Pieza de la parte de atrás de la estr. exterior plegada		
	10 - 50	± 0,2							
	50 - 200	± 0,8							
	> 200	± 1	Referencia			P5.2			
Proyectado:	Rugosidad no indicada:		Escala: 1:3		Revisió: 1		Hoja: 11		
Davinia Font 29/05/08			Formato: A4						
Jordi Palacin 02/06/08									

1	2	3	4
<div><div><div><div><div><div></div><div>27.7</div><div></div></div><div><div></div><div>1.5</div><div></div></div></div></div><div>La línea de trazos indica la trayectoria de la línea de plegado de la pieza</div><div><div><div><div><div><div></div><div>13.85</div><div></div></div><div><div></div><div>21.2</div><div></div></div><div><div></div><div>10</div><div></div></div><div><div></div><div>6</div><div></div></div><div><div></div><div>15.2</div><div></div></div></div><div><div><div><div><div><div></div><div>144</div><div></div></div><div><div></div><div>133</div><div></div></div><div><div></div><div>122</div><div></div></div><div><div></div><div>33</div><div></div></div><div><div></div><div>20</div><div></div></div></div><div><div><div><div><div><div></div><div>406</div><div></div></div><div><div></div><div>45°</div><div></div></div><div><div></div><div>Ø 3</div><div></div></div></div></div></div></div><div><div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></</div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div>			



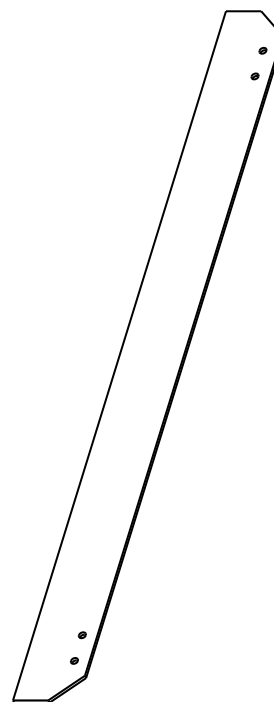
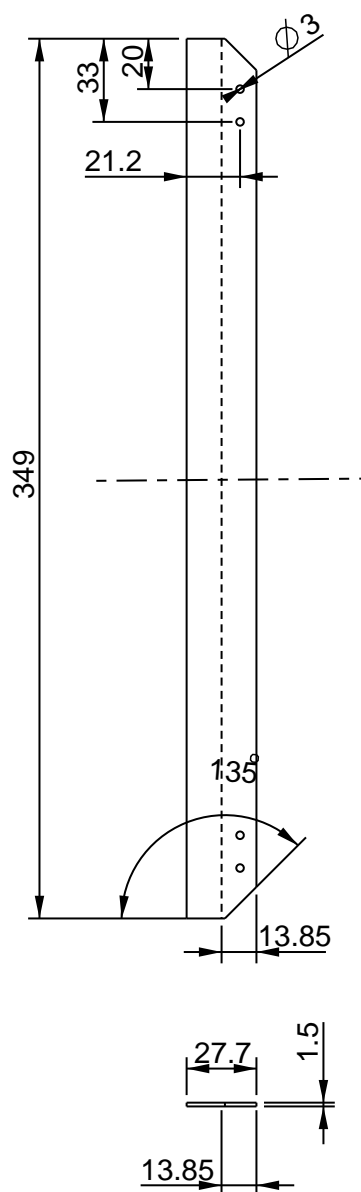
Material: Aluminio 1050	Tolerancias generales (mm)		Acordes no indicados	<div><div><div>EPS</div><div>Escuela Politecnica Superior</div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div>Universidad de Lleida</div></div></div>	
Masa (kg): 0.043					
Tratamiento térmico:	Dimensión	Tolerancia	<div><div><div>R 0,2</div><div></div></div><div><div>0,5 x 45°</div><div></div></div></div>	Denominación	
Tratamiento superficial:				Pieza de la parte de delante de la estr. exterior plegada	
Proyectado:				Referencia	
Davinia Font 29/05/08				Rugosidad no indicada:	
Aprovado:	<div><div><div></div><div></div></div></div>	Escala: 1:3	P6.2		
Jordi Palacin 02/06/08		Formato: A4	Revisión: 1	Hoja: 13	

1



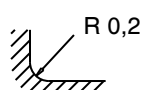
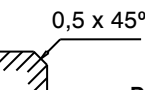
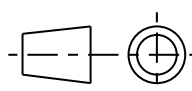
2

3

4



La línea de trazos indica la trayectoria de la línea de plegado de la pieza

Material: Aluminio 1050	Tolerancias generales (mm)		Acordes no indicados	 Escuela Politecnica Superior  Universidad de Lleida	Denominación
Masa (kg): 0.038					
Tratamiento térmico:	Dimensión	Tolerancia	 R 0,2  0,5 x 45°	Desarrollo de la pieza lateral pos. horizontal estr. exterior	Referencia
Tratamiento superficial:	0 - 10	± 0,1			
	10 - 50	± 0,2			
	50 - 200	± 0,8			
	> 200	± 1			
Proyectado:	Rugosidad no indicada:		Escala: 1:3	P7.1	Revisión: 1
Davinia Font 29/05/08					
Aprovado:			Format: A4	Hoja: 14	
Jordi Palacin 02/06/08					

A

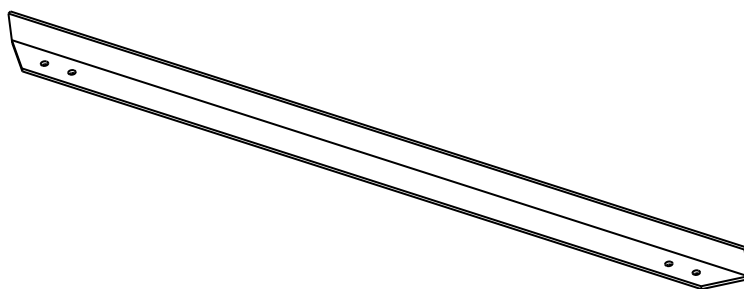
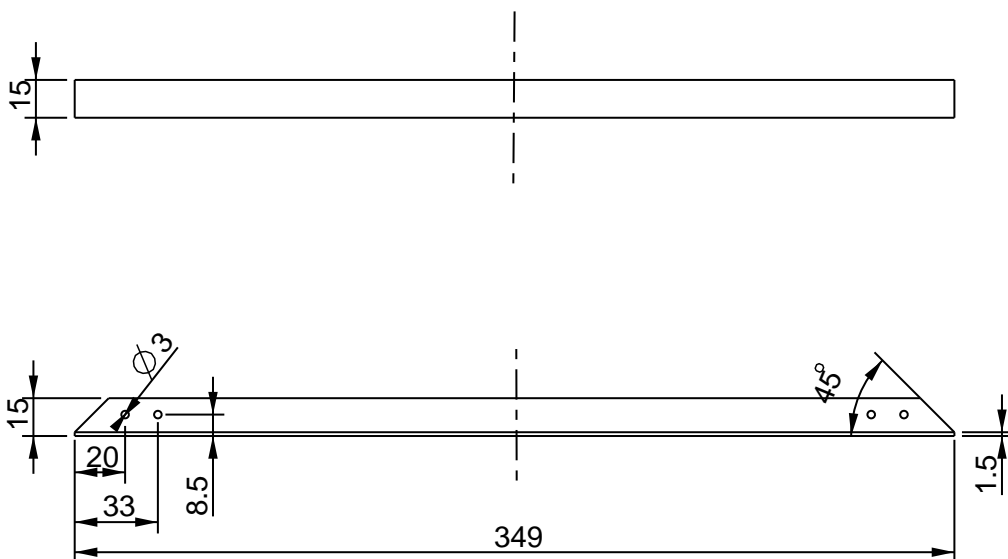
B

C

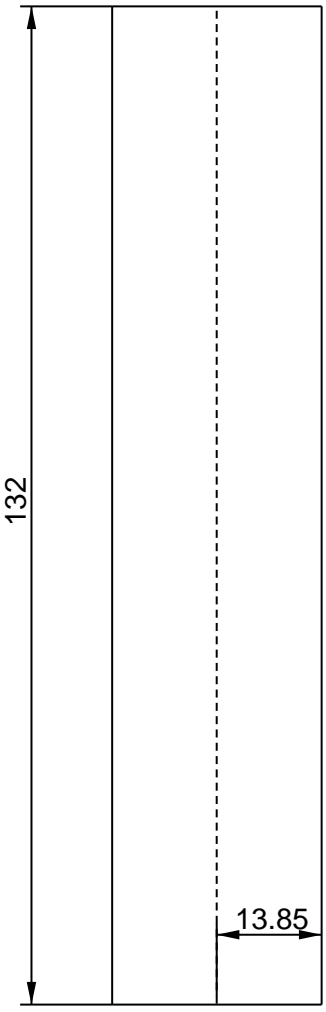
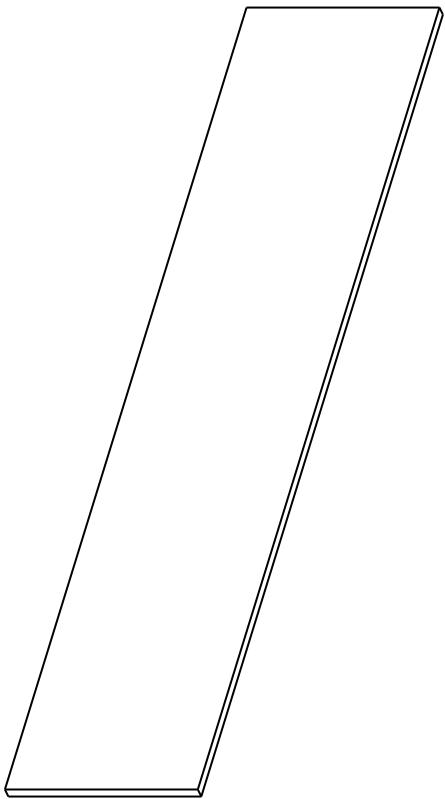
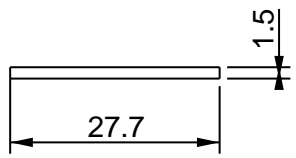


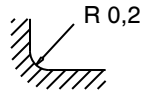
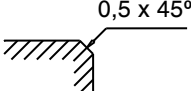
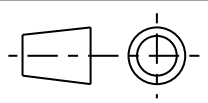
D

E

F



Material: Aluminio 1050	Tolerancias generales (mm)		Acordes no indicados				
Masa (kg): 0.038							
Tratamiento térmico:	Dimensión	Tolerancia	 	Escuela Politecnica Superior		Universidad de Lleida	
Tratamiento superficial:				0 - 10	± 0,1	Denominació	
				10 - 50	± 0,2	Pieza lateral en pos. horizontal estr exterior plegada	
				50 - 200	± 0,8		
	> 200	± 1		Referencia			
Proyectado:	Rugosidad no indicada:			P7.2			
Davinia Font 29/05/08		Escala: 1:3	Revisión: 1			Hoja: 15	
Jordi Palacin 02/06/08		Formato: A4					

1	2	3	4	
<div>   </div>				
<div>  <p>La línea de trazos indica la trayectoria de la línea de plegado de la pieza</p> </div>				
Material: Aluminio 1050	Tolerancias generales (mm)		Acordes no indicados	 
Masa (kg): 0.015				
Tratamiento térmico:	Dimensión	Tolerancia	 	Denominación
Tratamiento superficial:	0 - 10	± 0,1		
	10 - 50	± 0,2		
	50 - 200	± 0,8		
	> 200	± 1		
Proyectado:	Rugosidad no indicada:		Referencia	P8.1 Revisión: 1 Hoja: 16
Davinia Font 29/05/08				
Aprovado:			Escala: 1:1 Formato: A4	
Jordi Palacin 02/06/08				

1	2	3	4			
				A		
				B		
				C		
				D		
Escala 3:4						
Material: Aluminio 1050	Tolerancias generales (mm)		Acordes no indicados			E
Massa (kg): 0.015						
Tratamiento térmico:	Dimensión	Tolerancia		Escuela Politecnica Superior		Universidad de Lleida
Tratamiento superficial:	0 - 10	± 0,1		Denominación		
	10 - 50	± 0,2		Pieza lateral en pos. vertical estr exterior plegada		
	50 - 200	± 0,8				
Proyectado:	> 200	± 1		Referencia		F
Davinia Font 29/05/08	Rugosidad no indicada:			P8.2		
Aprovado:			Escala: 1:1	Revisión: 1		Hoja: 17
Jordi Palacin 02/06/08			Formato: A4			

1	2	3	4																																				
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div> </div> <div> </div> </div>																																							
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>x</th> <th>y</th> <th>Ø</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>5</td><td>-5</td><td>3</td></tr> <tr><td>2</td><td>37</td><td>-5</td><td>3</td></tr> <tr><td>3</td><td>5</td><td>-31.13</td><td>3</td></tr> <tr><td>4</td><td>37</td><td>-31.13</td><td>3</td></tr> <tr><td>5</td><td>28.75</td><td>-46.31</td><td>3</td></tr> <tr><td>6</td><td>5.5</td><td>-58.36</td><td>3</td></tr> <tr><td>7</td><td>21</td><td>-66.95</td><td>12</td></tr> <tr><td>8</td><td>28.75</td><td>-73.28</td><td>3</td></tr> </tbody> </table> <div> <p>Escala 3:4</p> </div> </div>					x	y	Ø	1	5	-5	3	2	37	-5	3	3	5	-31.13	3	4	37	-31.13	3	5	28.75	-46.31	3	6	5.5	-58.36	3	7	21	-66.95	12	8	28.75	-73.28	3
	x	y	Ø																																				
1	5	-5	3																																				
2	37	-5	3																																				
3	5	-31.13	3																																				
4	37	-31.13	3																																				
5	28.75	-46.31	3																																				
6	5.5	-58.36	3																																				
7	21	-66.95	12																																				
8	28.75	-73.28	3																																				
<p>La línea de trazos indica la trayectoria de la línea de plegado en la pieza</p>																																							
Material: Aluminio 1050 Masa (kg): 0.018		Tolerancias generales (mm) <div style="display: flex;"> <div> Dimensión 0 - 10 10 - 50 50 - 200 > 200 </div> <div> Tolerancia ± 0,1 ± 0,2 ± 0,8 ± 1 </div> </div>	Acordes no indicados 	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div> Escuela Politecnica Superior </div> <div> Universitat de Lleida </div> </div>																																			
Tratamiento térmico: Tratamiento superficial: Proyectado:				Denominación Desarrollo de la pieza de soporte del motor																																			
Davinia Font 29/05/08		Rugosidad no indicada:	Referencia SUPORT_MOTOR_DESARROLLO																																				
Aprovado: Jordi Palacin 02/06/08			Escala: 1:1 Formato: A4																																				
		Revisión: 1	Hoja: 18																																				

A

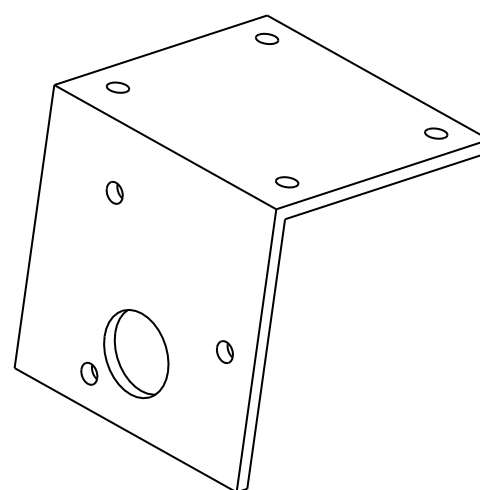
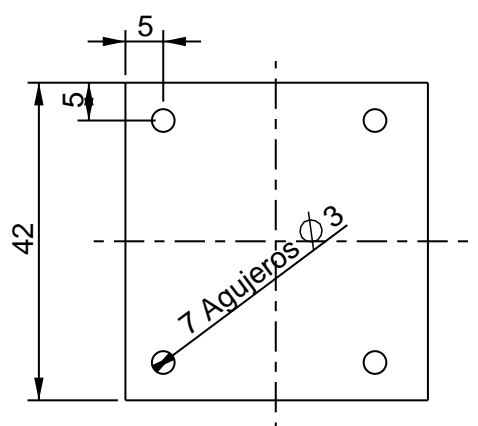
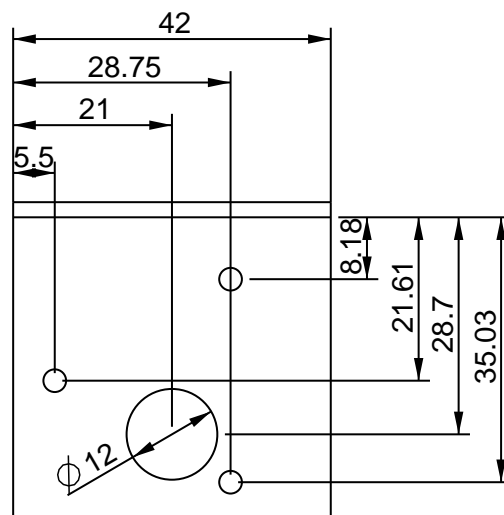
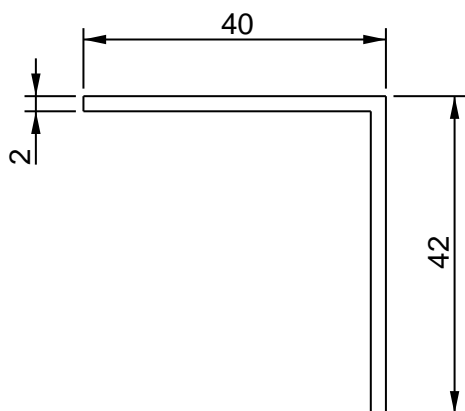
B

C

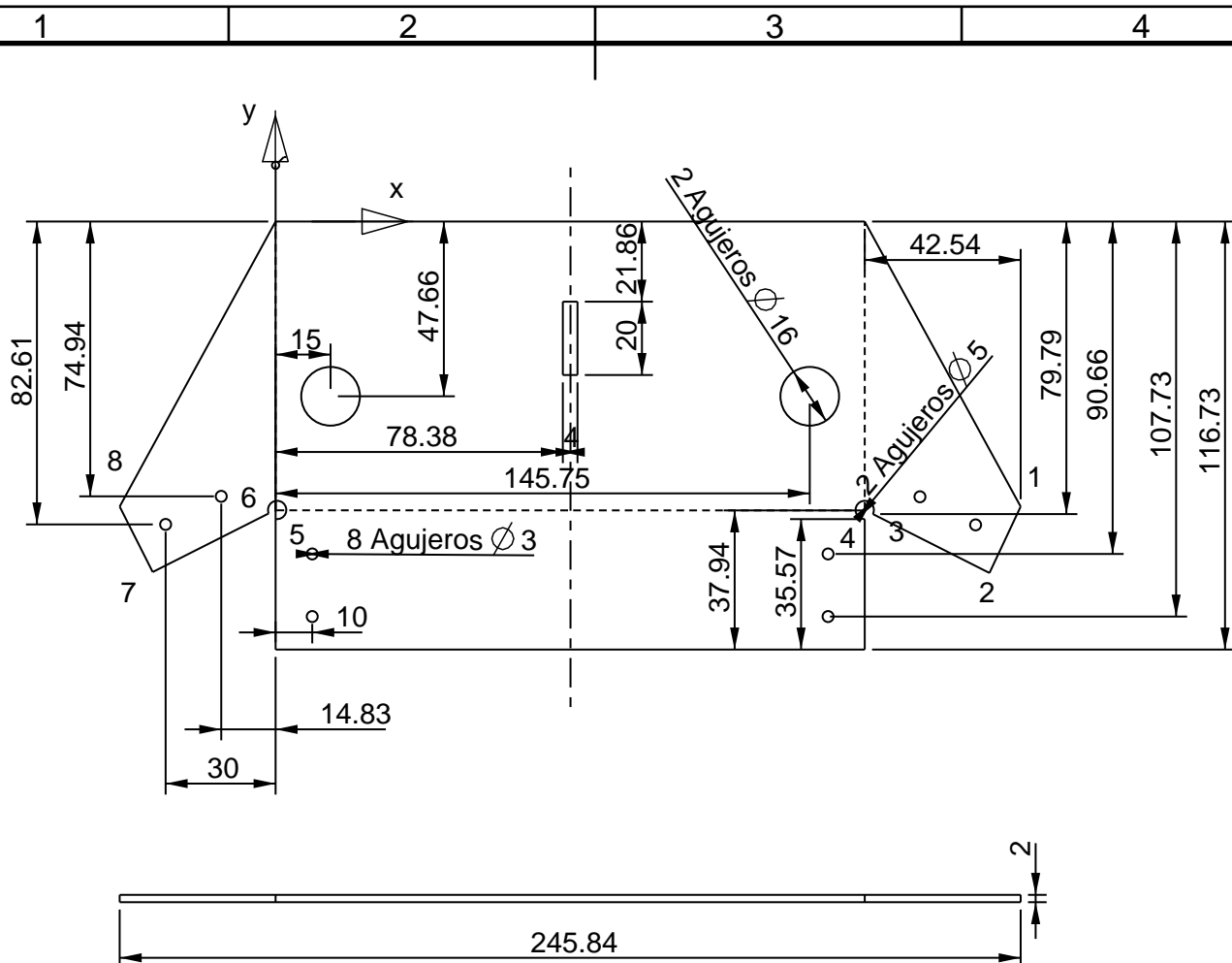
D

E

F



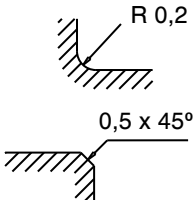
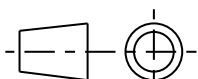


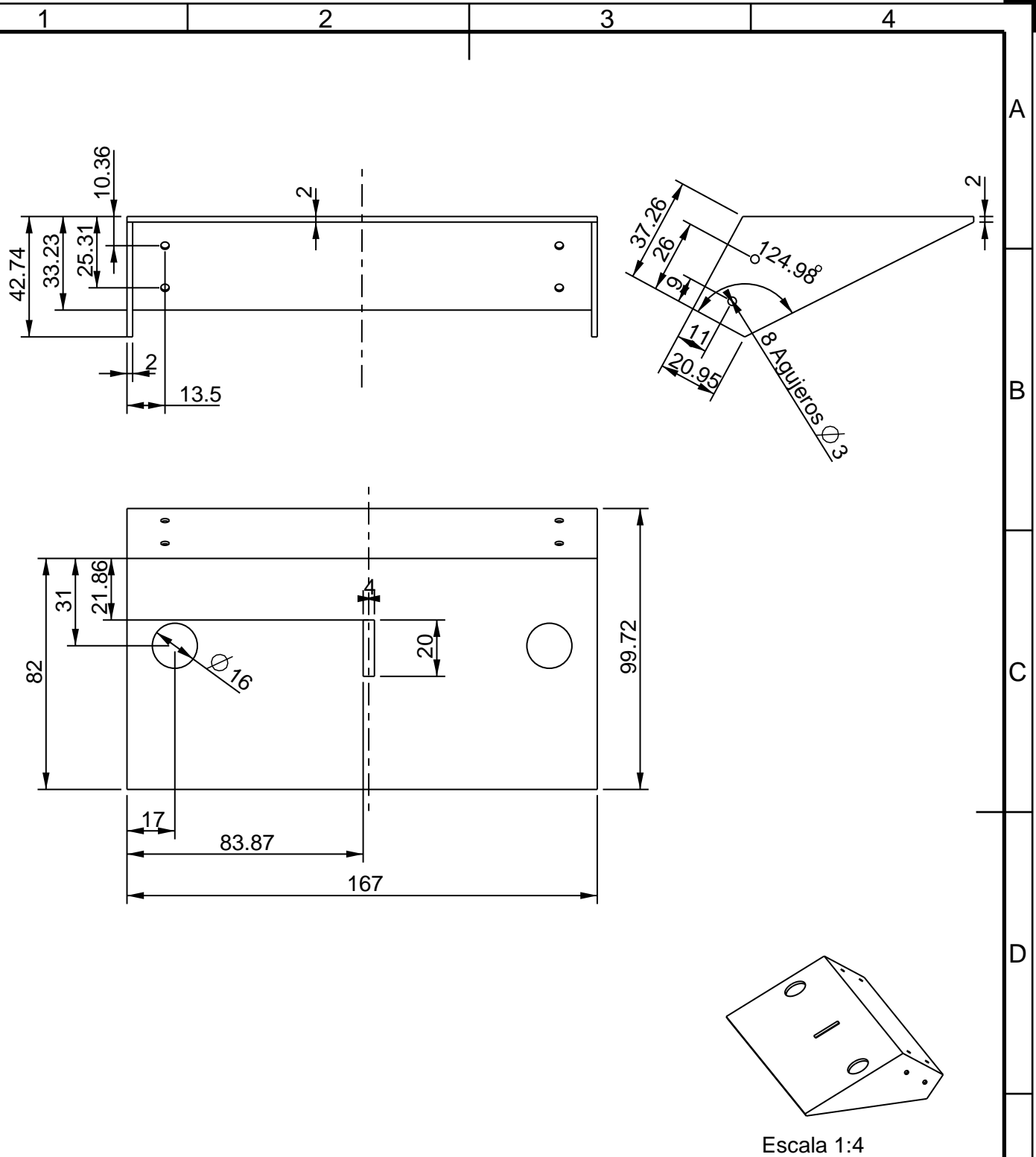
Material: Aluminio 1050	Tolerancias generales (mm)		Acordes no indicados			
Masa (kg): 0.018						
Tratamiento térmico:	Dimensión	Tolerancia		Escuela Politecnica Superior		
Tratamiento superficial:	0 - 10	± 0,1		Universitat de Lleida		
	10 - 50	± 0,2		Denominación		
	50 - 200	± 0,8		Pieza soporte motor plegada		
Proyectado:	200 - 300	± 0,8				
Davinia Font 29/05/08	Rugosidad no indicada:		Referencia			
Aprovado:			Escala: 1:1	P9.2		
Jordi Palacin 02/06/08			Formato: A4	Revisión: 1	Hoja: 19	



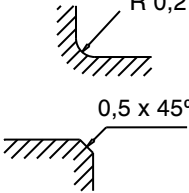
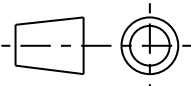


Las tres líneas de trazos corresponden a las líneas de plegado de la pieza.

	x	y
1	203.3	-77.74
2	194.78	-95.59
3	163.25	-79.61
4	160.75	-81.16
5	0	-81.16
6	-1.89	-79.61
7	-33.53	-95.59
8	-42.55	-77.74

Material: Aluminio 1050	Tolerancias generales (mm)		Acordes no indicados				
Masa (kg): 0.120							
Tratamiento térmico:	Dimensión	Tolerancia		Escuela Politecnica Superior		Universidad de Lleida	
Tratamiento superficial:	0 - 10	± 0,1		Denominación			
	10 - 50	± 0,2					
	50 - 200	± 0,8					
	> 200	± 1	Desarrollo de la pieza de soporte de la webcam				
Proyectado:	Rugosidad no indicada:			Referencia			
Davinia Font 29/05/08							
Aprobado:			Escala: 1:2	P10.1			
Jordi Palacin 02/06/08			Formato: A4				



Material: Aluminio 1050	Tolerancias generales (mm)		Acordes no indicados				
Masa (kg): 0.12							
Tratamiento térmico:	Dimensión	Tolerancia		Denominación			
Tratamiento superficial:	0 - 10	± 0,1		Pieza soporte de la webcam plegada			
	10 - 50	± 0,2					
	50 - 200	± 0,8					
	> 200	± 1					
Proyectado:	Rugosidad no indicada:			Referencia			
Davinia Font 30/05/06							
Aprobado:			Escala: 1:2	P10.2			
Jordi Palacin 02/06/08			Formato: A4			Revisión: 1	Hoja: 21

A

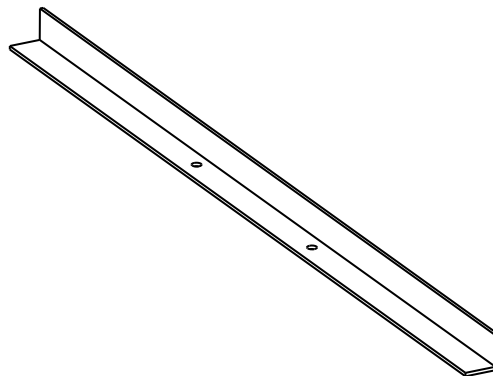
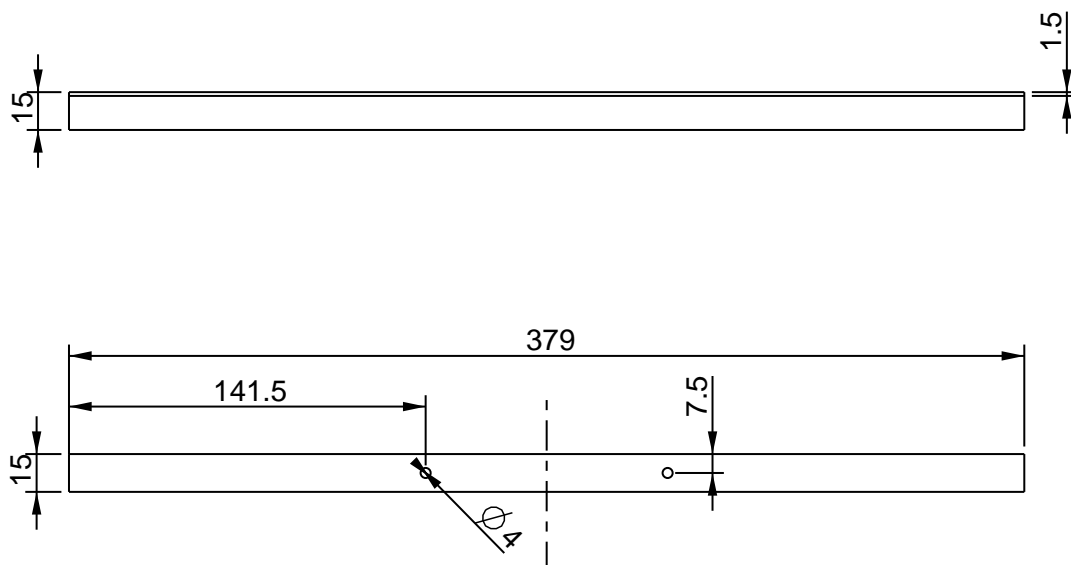
B



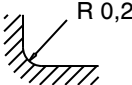
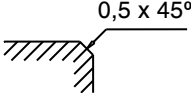
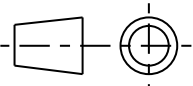
C

D

E

F



Material: Aluminio 1050	Tolerancias generales (mm)		Acordes no indicados				
Masa (kg): 0.028							
Tratamiento térmico:	Dimensión	Tolerancia	 	Escuela Politecnica Superior			
Tratamiento superficial:				0 - 10	± 0,1	Denominación	
				10 - 50	± 0,2	Pieza que da consistencia a la tapa	
				50 - 200	± 0,8		
				> 200	± 1		
Proyectado:	Rugosidad no indicada:		Referencia				
Davinia Font 30/05/08		Escala: 1:3	P11				
Aprovado:		Formato: A4					
Jordi Palacin 02/06/08			Revisión:	1	Hoja: 22		

1

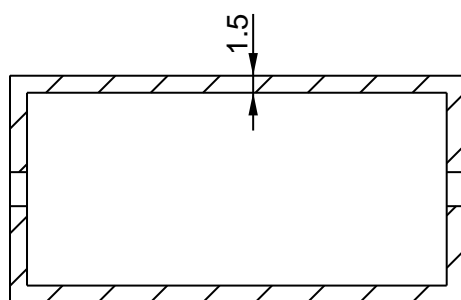
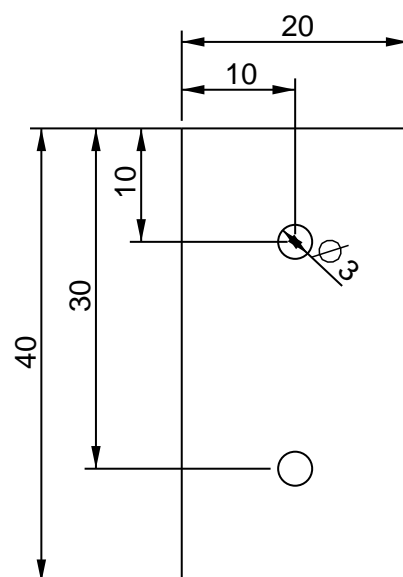
2

3

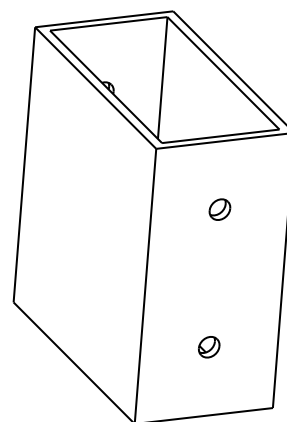
4

A

A



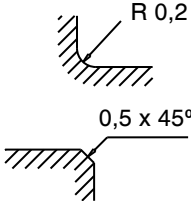
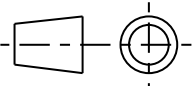


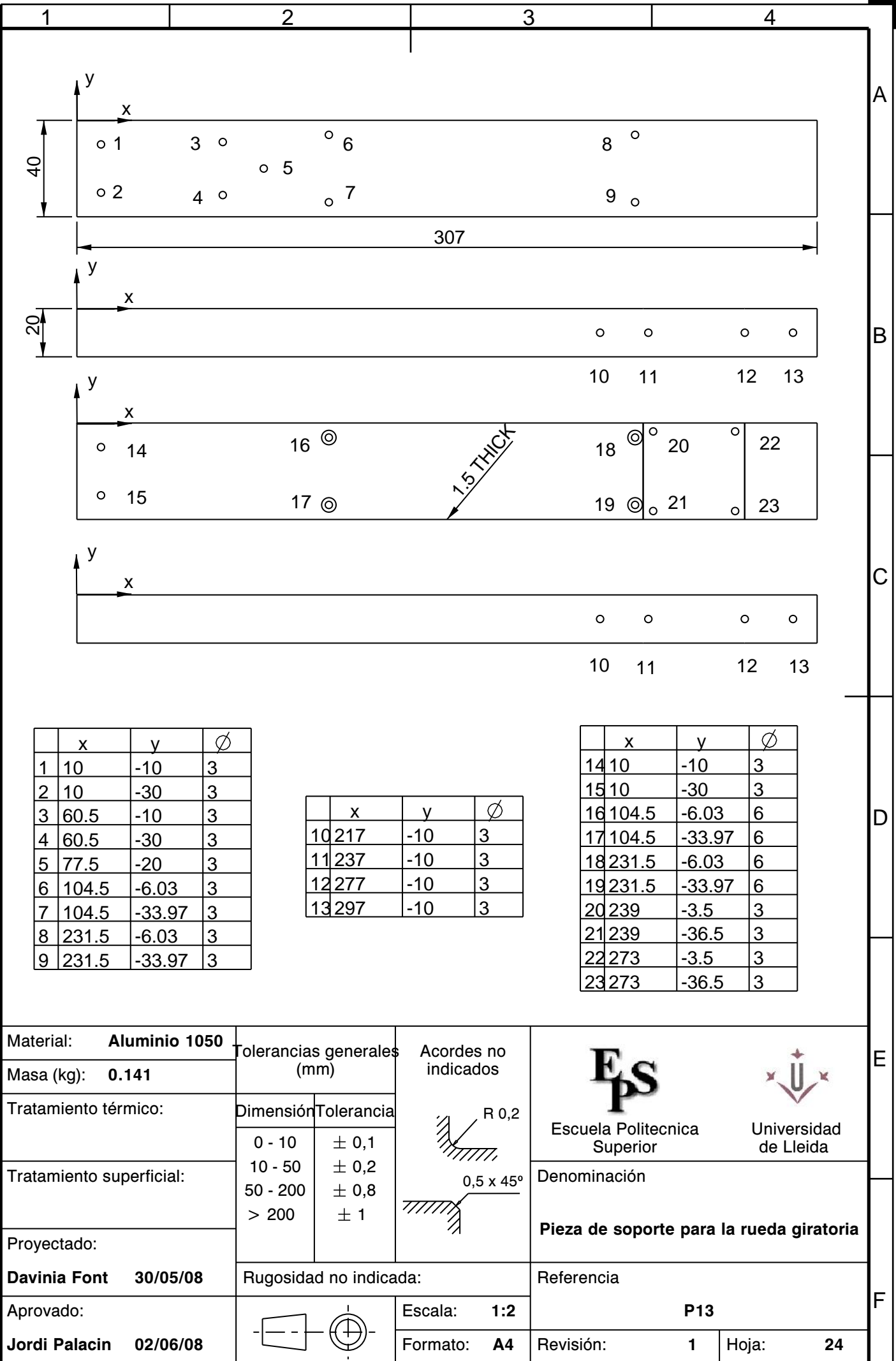
SECTION-A



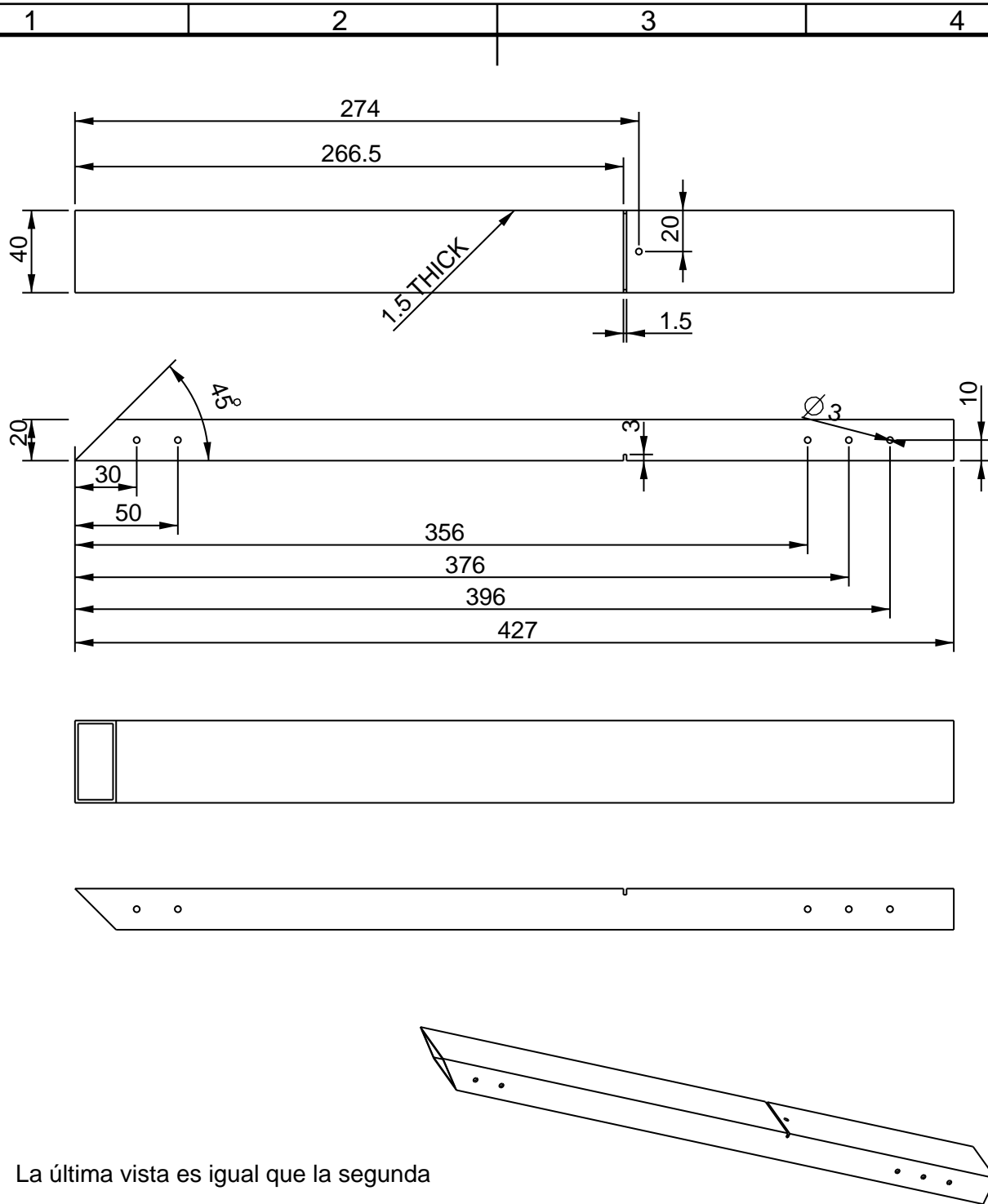
Escala 1:1

Las caras opuestas de la pieza son iguales

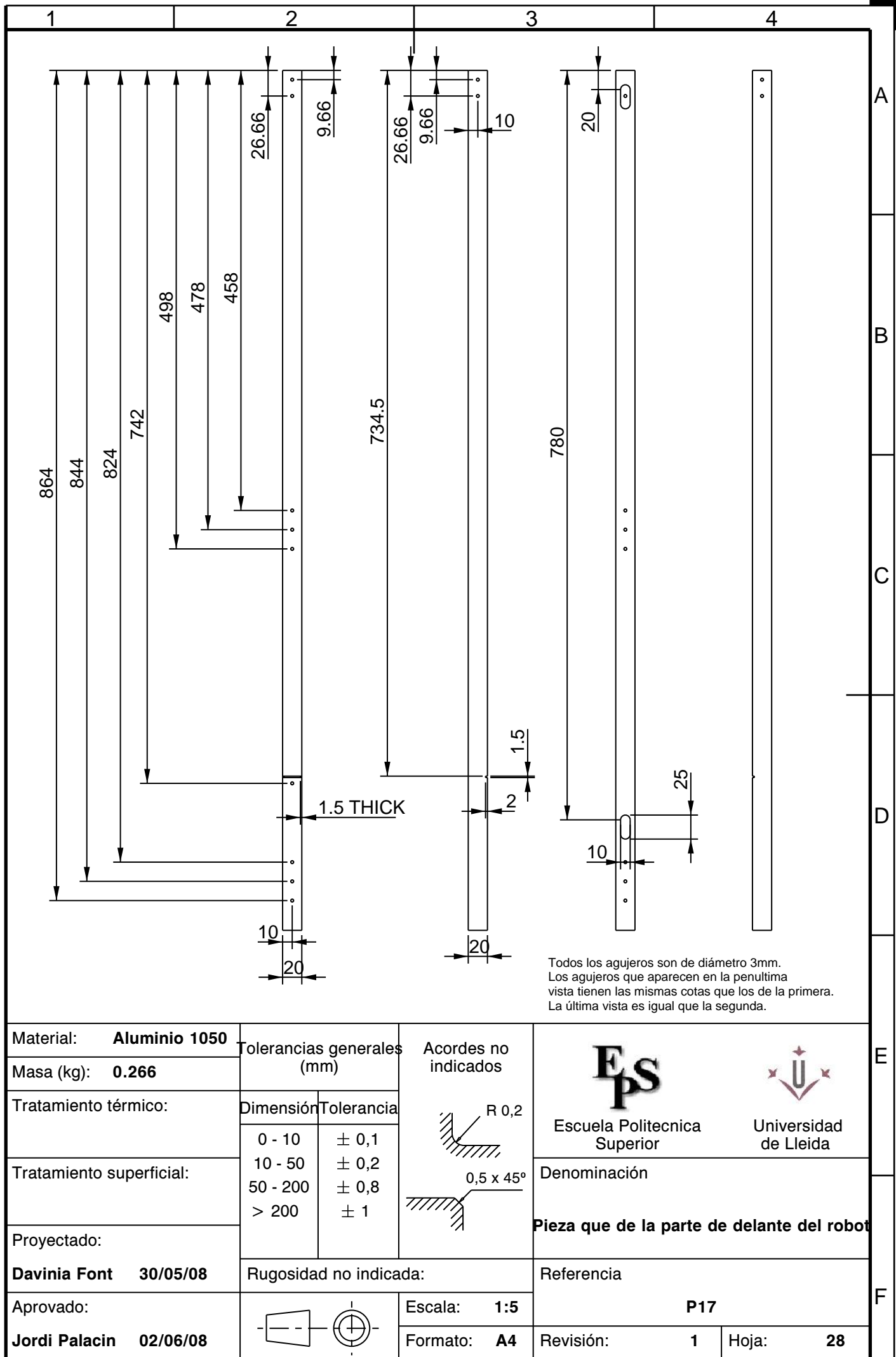
Material: Aluminio 1050	Tolerancias generales (mm)		Acordes no indicados			
Masa (kg): 0.018						
Tratamiento térmico:	Dimensión	Tolerancia		Denominación		
Tratamiento superficial:						0 - 10
			10 - 50			± 0,2
			50 - 200			± 0,8
	> 200	± 1				
Proyectado:	Rugosidad no indicada:			Pieza de elevación para el portátil		
Davinia Font 30/05/08						
Aprovado:			Escala: 3:2	Referencia		
Jordi Palacin 02/06/08			Formato: A4			Revisión: 1 Hoja: 23

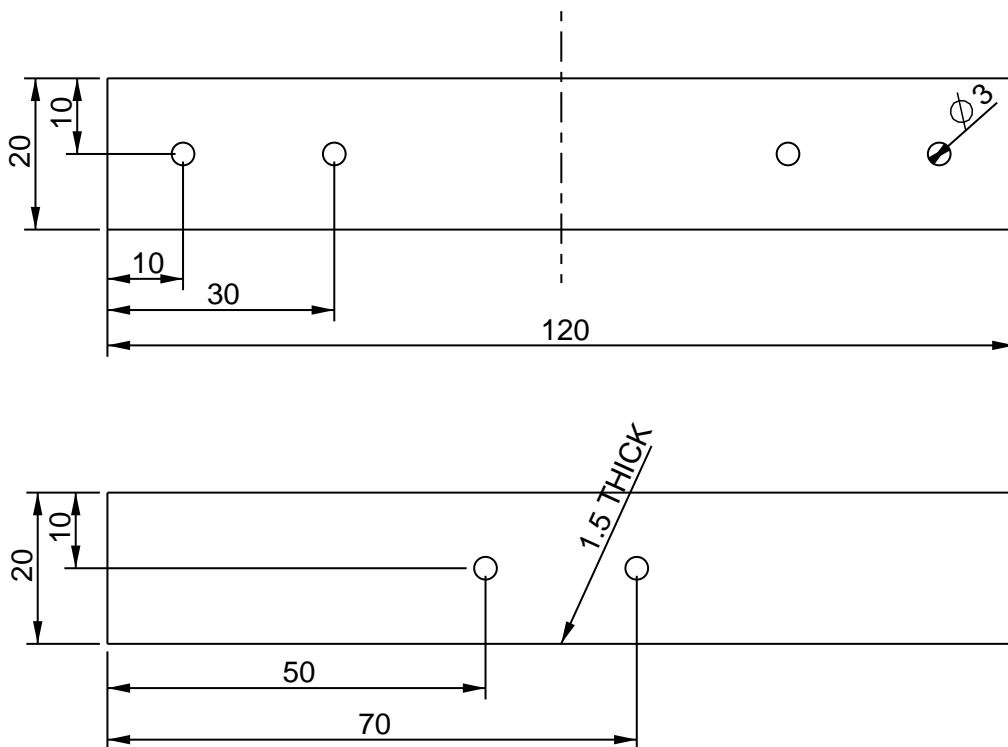


1	2	3	4																																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 20px;"> <thead> <tr> <th></th> <th>x</th> <th>y</th> <th>Ø</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>7</td><td>-4</td><td>3</td></tr> <tr><td>2</td><td>7</td><td>-36</td><td>3</td></tr> <tr><td>3</td><td>35</td><td>-4</td><td>3</td></tr> <tr><td>4</td><td>35</td><td>-36</td><td>3</td></tr> <tr><td>5</td><td>144</td><td>-11.5</td><td>3</td></tr> <tr><td>6</td><td>166</td><td>-11.5</td><td>3</td></tr> <tr><td>7</td><td>155</td><td>-28.5</td><td>3</td></tr> <tr><td>8</td><td>275</td><td>-4</td><td>3</td></tr> <tr><td>9</td><td>275</td><td>-36</td><td>3</td></tr> <tr><td>10</td><td>303</td><td>-4</td><td>3</td></tr> <tr><td>11</td><td>303</td><td>-36</td><td>3</td></tr> </tbody> </table>					x	y	Ø	1	7	-4	3	2	7	-36	3	3	35	-4	3	4	35	-36	3	5	144	-11.5	3	6	166	-11.5	3	7	155	-28.5	3	8	275	-4	3	9	275	-36	3	10	303	-4	3	11	303	-36	3
	x	y	Ø																																																
1	7	-4	3																																																
2	7	-36	3																																																
3	35	-4	3																																																
4	35	-36	3																																																
5	144	-11.5	3																																																
6	166	-11.5	3																																																
7	155	-28.5	3																																																
8	275	-4	3																																																
9	275	-36	3																																																
10	303	-4	3																																																
11	303	-36	3																																																
<table border="1" style="width: 50%; margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse; margin-top: 20px;"> <thead> <tr> <th></th> <th>x</th> <th>y</th> <th>Ø</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>12</td><td>155</td><td>-11.5</td><td>18.5</td></tr> <tr><td>13</td><td>144</td><td>-28.5</td><td>18.5</td></tr> <tr><td>14</td><td>166</td><td>-28.5</td><td>18.5</td></tr> </tbody> </table>					x	y	Ø	12	155	-11.5	18.5	13	144	-28.5	18.5	14	166	-28.5	18.5																																
	x	y	Ø																																																
12	155	-11.5	18.5																																																
13	144	-28.5	18.5																																																
14	166	-28.5	18.5																																																
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																																																			

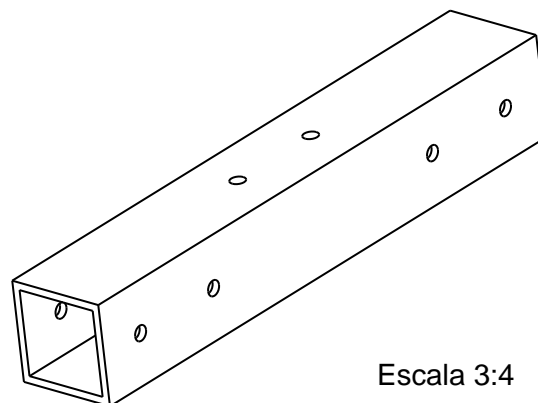


Material: Aluminio 1050	Tolerancias generales (mm)		Acordes no indicados		
Masa (kg): 0.192					
Tratamiento térmico:	Dimensión	Tolerancia		Escuela Politecnica Superior	
Tratamiento superficial:	0 - 10	± 0,1		Denominación	
	10 - 50	± 0,2			
	50 - 200	± 0,8			
	> 200	± 1	Pieza que forma la parte vertical del asa		
Proyectado:	Rugosidad no indicada:			Referencia	
Davinia Font 30/05/06				P15	
Aprobado:			Escala: 1:3	Revisión: 1 Full: 26	
Jordi Palacin 02/06/08			Formato: A4		



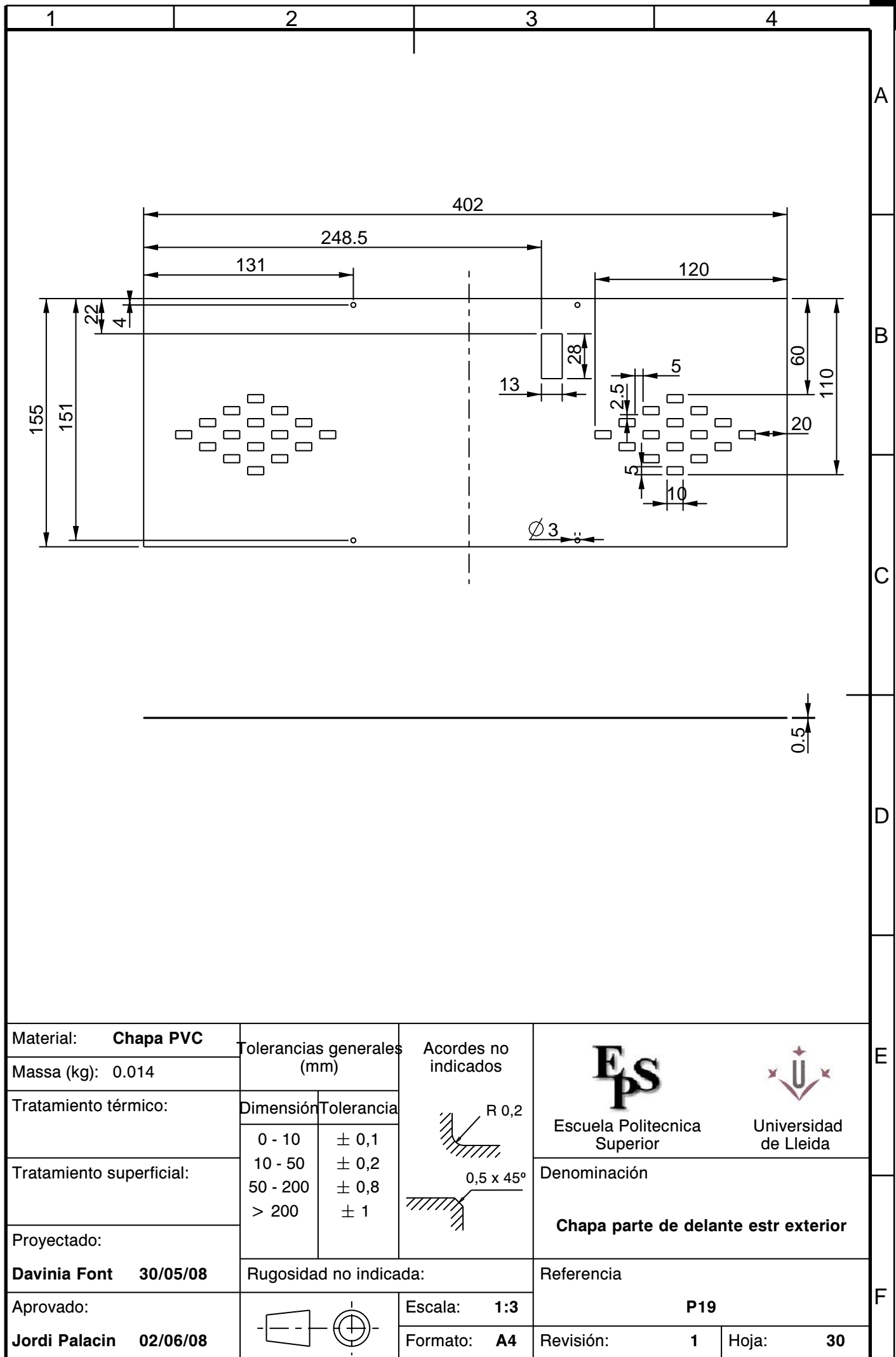


Las caras opuestas de la pieza son iguales

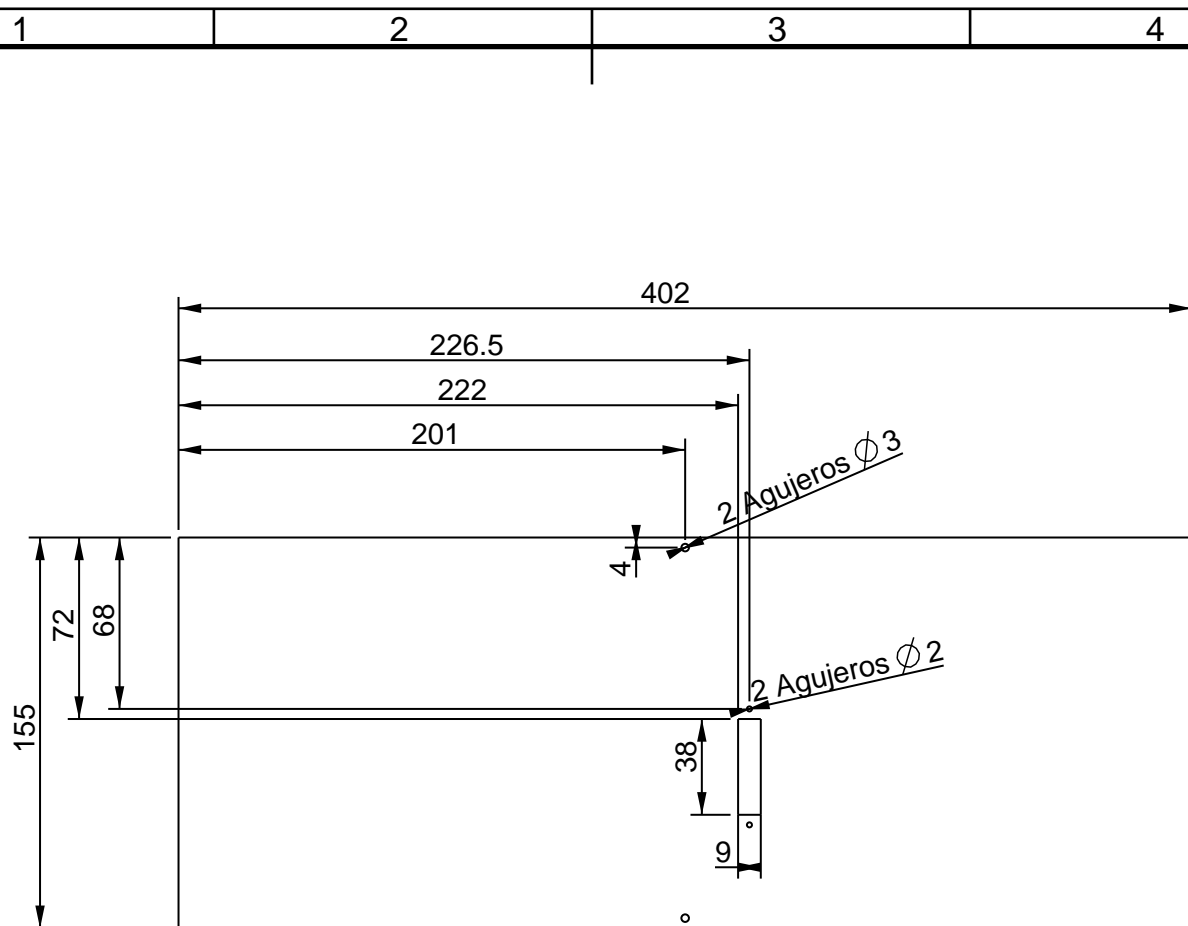


Escala 3:4



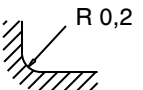
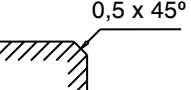
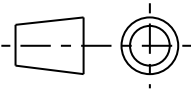
Material: Aluminio 1050	Tolerancias generales (mm)		Acordes no indicados				
Masa (kg): 0.036							
Tratamiento térmico:	Dimensión	Tolerancia		Escuela Politecnica Superior		Universidad de Lleida	
Tratamiento superficial:	0 - 10	± 0,1		Denominación			
	10 - 50	± 0,2					
	50 - 200	± 0,8					
	> 200	± 1	Sirve de unión entre distintas piezas				
Proyectado:	Rugosidad no indicada:			Referencia			
Davinia Font 30/05/08							
Aprovado:			Escala: 1:1	P18			
Jordi Palacin 02/06/08			Formato: A4				

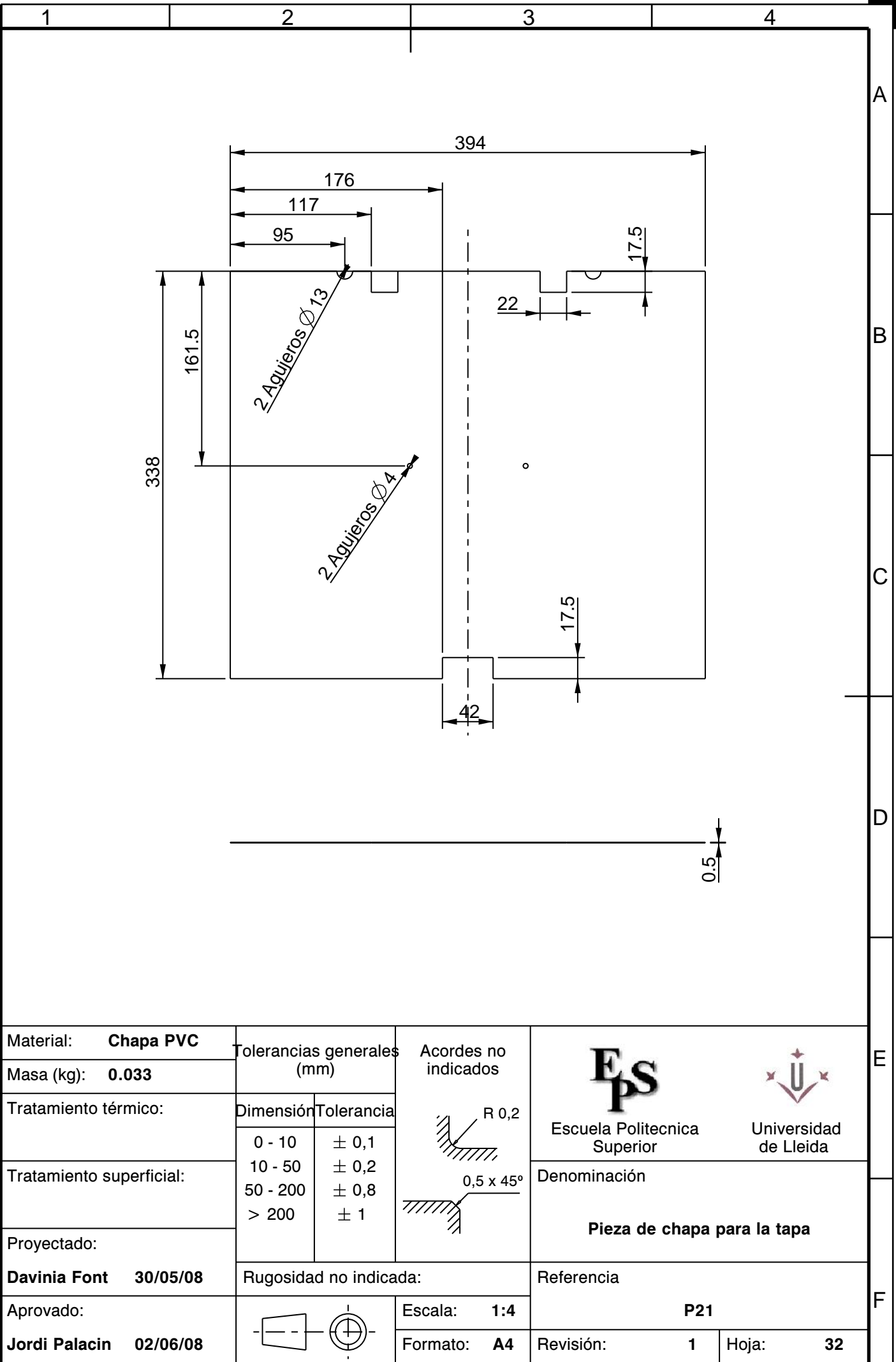


Material: Chapa PVC	Tolerancias generales (mm)		Acordes no indicados	<div> <div>EPS</div> <div>Escuela Politecnica Superior</div> </div> <div> <div> <div>U</div> <div>Universidad de Lleida</div> </div> </div>
Massa (kg): 0.014				
Tratamiento térmico:	Dimensión	Tolerancia	<div> <div>R 0,2</div> <div>0,5 x 45°</div> </div>	Denominación
Tratamiento superficial:	0 - 10	± 0,1		
	10 - 50	± 0,2		
	50 - 200	± 0,8		
	> 200	± 1		
Proyectado:	Rugosidad no indicada:		Escala: 1:3	Referencia
Davinia Font 30/05/08				
Aprovado:			Formato: A4	<div> <div>P19</div> <div>Revisión: 1</div> <div>Hoja: 30</div> </div>
Jordi Palacin 02/06/08				



0.5

Material: Chapa PVC	Tolerancias generales (mm)		Acordes no indicados								
Masa (kg): 0.014											
Tratamiento térmico:	Dimensión	Tolerancia	 	Escuela Politecnica Superior			Universitat de Lleida				
Tratamiento superficial:											
				0 - 10	± 0,1	Denominación			Chapa parte de atrás de la estr. exterior		
				10 - 50	± 0,2						
50 - 200	± 0,8										
Proyectado:	> 200	± 1	Referencia			P20					
	Rugosidad no indicada:										
Davinia Font 30/05/08			Escala: 1:3	Revisión: 1 Full: 31							
Formato: A4											
Aprobado: Jordi Palacin 02/06/08											



Material: Chapa PVC	Tolerancias generales (mm)		Acordes no indicados	<div><div><div>EPS</div><div>Escuela Politecnica Superior</div></div><div><div><div><div>U</div></div><div>Universidad de Lleida</div></div></div></div>		E
Masa (kg): 0.033						
Tratamiento térmico:	Dimensión	Tolerancia	<div><div><div>R 0,2</div></div><div><div>0,5 x 45°</div></div></div>	Denominación		F
	0 - 10	± 0,1				
Tratamiento superficial:	10 - 50	± 0,2		Pieza de chapa para la tapa		
	50 - 200	± 0,8				
	> 200	± 1	Referencia			
Proyectado:	Rugosidad no indicada:				P21	
Davinia Font 30/05/08						
Aprovado:	<div><div><div></div></div><div><div></div></div></div>		Escala: 1:4			
Jordi Palacin 02/06/08			Formato: A4			
			Revisión:	1	Hoja:	32

1		2		3		4	
<div><div><div>155</div><div>345</div></div><div><div>0.5</div></div></div>							
Material: Chapa PVC		Tolerancias generales (mm)		Acordes no indicados		<div><div><div>EPS</div><div>Escuela Politecnica Superior</div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div><div>Universidad de Lleida</div></div></div>	
Masa (kg): 0.012							
Tratamiento térmico:		Dimensión		Tolerancia		Denominación	
Tratamiento superficial:		0 - 10		± 0,1			
		10 - 50		± 0,2		Chapa lateral de la parte derecha, estr. exterior	
		50 - 200		± 0,8			
Proyectado:		> 200		± 1		Referencia	
Davinia Font 30/05/08		Rugosidad no indicada:					
Aprovat:		<div><div><div></div><div></div></div></div>		Escala: 1:3		P22	
Jordi Palacin 02/06/08				Formato: A4			
				Revisión:		1	Hoja: 33

1		2		3		4		A	
								B	
								C	
								D	
								E	
								F	
Material: Chapa PVC		Tolerancias generales (mm)		Acordes no indicados		<div><div><div>EPS</div><div>Escuela Politecnica Superior</div></div><div><div><div>U</div><div>Universidad de Lleida</div></div></div></div>		Denominación	
Masa (kg): 0.012									
Tratamiento térmico:		Dimensión	Tolerancia	<div><div><div>R 0,2</div><div>0,5 x 45°</div></div></div>		Chapa lateral parte izquierda, estr.exterior			
Tratamiento superficial:		0 - 10	± 0,1						
		10 - 50	± 0,2						
		50 - 200	± 0,8						
		> 200	± 1						
Proyectado:		Rugosidad no indicada:		Referencia		P23			
Davinia Font 30/05/08									
Aprovado:		<div><div><div></div><div></div></div></div>		Escala: 1:3		Revisión: 1		Hoja: 34	
Jordi Palacin 02/06/08				Formato: A4					

